

Onderdelenvoorziening in de landbouwmechanisatie

Een operationele analyse



Promotoren: ir. A. Moens
hoogleraar in de landbouwkundige aspecten
van de landbouwwerktuigkunde alsmede de
landbouwbedrijfsmechanisatie

dr. P. van Beek
hoogleraar in de operationele analyse

NW 08201, 1065

J. P. Ritter

Onderdelenvoorziening in de landbouwmecanisatie

Een operationele analyse

Proefschrift

ter verkrijging van de graad van
doctor in de landbouwwetenschappen,
op gezag van de rector magnificus,
dr. C. C. Oosterlee,
in het openbaar te verdedigen
op dinsdag 13 november 1984
des namiddags te vier uur in de aula
van de Landbouwhogeschool te Wageningen.

ISBN = 9115110104

This thesis is published by the
department of agricultural engineering, Agricultural University
Mansholtlaan 12, 6708 PA Wageningen
The Netherlands

NN 08201, 1005.

STELLINGEN
bij het proefschrift
ONDERDELENVOORZIENING
in de
LANDBOUWMECHANISATIE
Een operationele analyse

J.P. Ritter

STELLINGEN

1. De opvatting dat uit de afzet van landbouwwerktuigen en trekkers de vraag naar onderdelen af te leiden zou zijn ten behoeve van het voorraadbeheer van onderdelen is niet steekhoudend, omdat het verbruik van onderdelen sterker afhangt van het gebruik van de werktuigen dan van de afzet van werktuigen.

(Tijink, F.G.J. De Nederlandse markt van landbouwwerktuigen en onderdelen, 1979)

2. Vanwege het ontbreken van relevante gegevens in de bestaande toestand, is het voor bedrijfsleiders van landbouwmecanisatie bedrijven bijkans onmogelijk de besparingen van verbeteringen in het voorraadbeheer in te schatten. De beslissing om in landbouwmecanisatiebedrijven de voorraadadministratie te automatiseren wordt daarom vrijwel nooit ingegeven door de mogelijke besparingen, maar door de behoefte om controle uit te kunnen oefenen over het verloop van voorraden.

3. Voor de ontwikkeling van de voorraadadministratie bij landbouwmecanisatiebedrijven met behulp van automatisering, is het van groot belang dat de groothandelaren gezamenlijk een standaardisatie voor het geautomatiseerde gegevenstransport met de landbouwmecanisatiebedrijven overeen komen.

4. Voor het meten van het verschil tussen uitleveringen met een korte wachttijd voor de afnemer en die met een lange wachttijd is de gamma-servicegraad een gevoeliger grootheid dan de beta-servicegraad; dit verschil komt met name tot uitdrukking wanneer dealers onderling snelle uitwisselingen tot stand brengen.

Uit dien hoofde zou standaardisatie van de servicegraadmeting volgens de gamma-definitie niet alleen de gerealiseerde service door groothandelaren wederzijds vergelijkbaar maken, maar ook een stimulans betekenen voor het ontwikkelen van een uitwisselingsbeleid.

(Cohen, G.D. 'The use of service rates in evaluating inventory control systems', Jnl. of ind. Eng. 1964; Schneider, H. 'A survey of service level in inventory models', 1980)

5. De verandering van werkwijze die nodig is voor succesvolle toepassing van automatisering van het voorraadbeheer vereist niet alleen van de organisatie dat zij gedisciplineerd omgaat met procedures, maar ook van de systeemontwerpers dat zij serieus open staan voor de denkbeelden van de praktijk mensen, ook wanneer die niet exakt, logisch of coherent geformuleerd worden.

6. Toepassing van operations research technieken in aansluiting op de geautomatiseerde administratieve processen en gegevensopslag in het voorraadbeheer bij importeurs van landbouwwerktuigen vereist oplossingen die niet ophouden bij het wiskundige model, maar tegemoet komen aan de mogelijkheden en beperkingen van het systeemontwerp teneinde het samenspel tussen mens en computer te verbeteren.

(Williams, T.M. Reorder levels for lumpy demand. J.O.R.S. 33, 1982)

7. Het weinig realistische uitgangspunt van auteurs op het gebied van voorraadbeheer dat alle variabele kostenfactoren per artikel bepaald kunnen worden als basis voor optimalisering van het voorraadbeheer, en het ontbreken van definities over de servicegraadrealisatie, rekening

houdend met deelleveringen, wachttijden en spoedorders, geven aan dat de klassieke operations research te weinig afgestemd is op de bestuurlijke vraagstukken die in de praktijk aan de orde zijn.

(Hadley & Whitin [1963], Schneeweiss [1980], Tersine [1982], e.a.).

8. Het simulatie model van de leveringsketen van fabrikant naar klant heeft duidelijk gemaakt dat het de moeite waard is de aandacht te verleggen van de toeleveringsproblematiek bij de importeur naar de onderlinge uitwisseling tussen dealers.

9. Het uitwisselmodel geeft een oplossing voor problemen in het voorraadbeheer van onderdelen waar de klassieke voorraadtheorie, die betrekking heeft op een voorraadpunt, geen afdoende antwoord op heeft. Dit betreft hoofdzakelijk eerste bevoorradings (initial stocking), geringe afname bij onderdelen met hoge vitaliteit, onregelmatige leveringstijden en pieken in de afname. Het uitwisselmodel zou moeten functioneren als aanvulling op het streven naar optimalisering van het interne voorraadbeheer.

10. Het logistieke aspect van de onderdelenvoorziening verschilt structureel van dat van commerciële verbruiksgoederen in die zin dat onderdelen ten dienste staan van servicepunten met werkplaatsen; dit heeft als konsekwentie dat, in tegenstelling tot industriële organisaties, logistieke stroomlijning geen argument kan zijn voor structurele veranderingen in de lokatie en/of het beheer van voorraadpunten.

(Van Beek, P. 'Modelling and analysis of some physical distribution alternatives', Philips publikatie, 1979)

11. Preventief onderhoud aan landbouwwerktuigen en trekkers leidt tot een structureel regelmatig verbruik van onderdelen, waardoor de bevoorradings beter in de hand gehouden kan worden. Het is daarom verwonderlijk dat de importeurs zo weinig doen aan het stimuleren van onderhoudskontrakten.

12. Het feit dat promotie-assistenten hun werk alleen moeten uitvoeren is achterhaald en draagt een groot en onderschat risico in zich zowel voor de vakgroep als voor de onderzoeker. Het argument dat twee of meer promotie-assistenten te duur zouden zijn is kortzichtig, omdat:

1. de effectiviteit van twee mensen samen groter is dan een optelsom van de effectiviteit van ieder afzonderlijk;
2. de breedte en diepgang van het onderzoek worden vergroot;
3. de bekendheid naar buiten toe vergroot wordt.

Het risico dat twee mensen daarbij niet met elkaar kunnen samenwerken is aanwezig, maar moet genomen worden, niet in de laatste plaats omdat van een doctor verwacht mag worden dat hij/zij met anderen samen kan werken.

13. De uitlopers van de Normale verdeling kunnen met recht als "kans-armen" gekwalificeerd worden.

(Wagenings Hogeschool Blad 83.04.22: "unaniem besluit van de fakulteitsraad: kansarmen krijgen plaats binnen LH-onderzoek").

14. In tegenstelling tot nep-stickers met het opschrift 'turbo' is de suggestieve werking van een nep-sticker met het opschrift 'deze ruimte is elektronisch beveiligd' wel degelijk effectief.

ABSTRACT

Ritter, J.P. (1984) spare parts procurement in agricultural mechanisation, an operational analysis.
Doctoral thesis, Agricultural University, Wageningen The Netherlands.
(x + 370 p., 115 figures, 77 tables, 92 refs, 9 appendices, English and Dutch summaries).

The procurement of spare parts in Dutch agricultural mechanisation has been investigated at wholesale and retail level.

At wholesale level the importers are the main distributors of equipment and spare parts and here the main objective is to treat stock control as a feedback system, with the degree of service as principal performance indicator. This gives rise to a number of organisational and operational problems, related to leadtimes, definition of service and forecasting. The proper control of leadtimes is a prerequisite for stock control of spare parts and therefore the leadtime variability should be taken into account. The registration of the achieved level of service depends on the way service is defined. For every article a reorder level is calculated using a probability density function to guide it to its desired service level. Particularly in the case of spare parts supply, where machines are waiting for repair, not only should the measure of service take into account the number of items short, but also the duration of shortages. With regard to the necessary short term forecasting of demand, it has been pointed out that for non-seasonal demand simple models suffice, but special models are required for both recognition and forecasting of seasonal consumption of spare parts e.g. for harvesting equipment.

When the need for information processing at the dealers' level was investigated, improper management with the dealers was found to be the cause of many of the inventory problems with the importers. Introduction of electronic dataprocessing techniques opens the way to automatic information exchange between importers and dealers. Once a data exchange network has been established for the updating of article data and automatic ordering, the next development is to use this as a basis for the exchange of spare parts. In this way surplusses at one place are used to compensate for shortages at another.

Exchange of information and material in an organised way may lead to integral stock control. The effects of the latter were investigated by means of a discrete simulation model with a multi-echelon structure. Simulation of the situation whereby shortages at dealers' level can be quickly filled by exchanges from other dealers not only showed a dramatic reduction of rush-orders at wholesale level, but also a reduction of the waiting times for customers in case of shortage with both importer and dealer.

FREE DESCRIPTORS: stock control, spare parts supply, leadtimes, service level, probability distribution function, forecasting of demand, seasonal forecasting, reuse of surplus stocks, automatic information exchange, integral stock control, discrete simulation.

V O O R W O O R D

Dit proefschrift bevat de neerslag van een onderzoek door de vakgroep Landbouwtechniek, dat gedurende ongeveer 8 jaar is uitgevoerd en waaraan ik een langdurige bijdrage heb mogen leveren.

Mijn dank betreft in de eerste plaats mijn promotoren, Prof. Moens en Prof. Van Beek, die er voor gezorgd hebben dat dit onderzoek de status van promotie-onderzoek gekregen heeft en die met hun stimulans en medewerking mij tot de voltooiing daarvan hebben begeleid.

In 1976 ben ik als student bij het onderzoek naar de onderdelenvoorziening betrokken geraakt, samen met mijn studiegenoten Gerard Van der Schree, Meinte Veldhuis en Ab Hoft. Nadat ik na mijn afstuderen eerst een paar jaar bij een software-buro gewerkt heb, heeft de vakgroep Landbouwtechniek mij in de gelegenheid gesteld het onderzoek als wetenschappelijk assistent bij de Vakgroep te continueren.

Het onderzoek heeft zich globaal in vier fasen afgespeeld: het werk bij importeur X, de enquête bij de LMB's, het uitzoeken van de theoretische aspecten van de servicegraden en het simuleren met bedrijfsmodellen voor integraal voorraadbeheer.

In de twee jaren dat ik in het bedrijf van importeur X heb gewerkt, was ik in de gelegenheid om het onderdelen beheer van binnenuit te leren kennen door gesprekken met inkopers, afdelingshoofden, systeembeheerders en automatiseringsdeskundigen. Tevens kreeg ik de vrijheid om van de computer van de importeur gebruik te maken, waardoor ik toegang kreeg tot de operationele gegevens. Dit bood de unieke mogelijkheid om in de praktijk uit te rekenen welke effecten veranderingen in systemen teweeg kunnen brengen. Mijn programmeer-ervaring, opgedaan bij het softwareburo, bleek toen van onschatbare waarde. Hoewel ik niet alle programma's die ik op stapel had staan ook ten uitvoer heb kunnen brengen, heeft deze werkwijze naast veel inzicht ook significante resultaten opgeleverd.

Mijn erkentelijkheid gaat daarom uit naar de directie en alle medewerkers van importeur X, van wie ik zeer veel steun en medewerking gekregen heb.

De volgende episode betrof het onderzoek naar de informatiebehoefte bij LMB's. Hier kon ik voortbouwen op de enquête van Van der Schree en het CBS-onderzoek van Frans Tijink. De ontvangsten die wij bij de LMB's genoten waren zonder uitzondering zeer open en hartelijk; bovendien was het gezond om eens uit de kantoor-sfeer weg te stappen en de alledaagse praktijk van het onderdelenbeheer te leren kennen. Zo hebben we vele uren in magazijnen doorgebracht, rondkijkend, pratend met de magazijnmeester of bedrijfsleider en uiteindelijk ook inventariserend (samen met Paul Oortman Gerlings). Bij deze wil ik de medewerkers van alle LMB's die hun medewerking verleend hebben door hun tijd, ervaringen en gegevens ter beschikking te stellen hartelijk danken.

Naast LMB's hebben we ook een aantal leveranciers van informatieverwerkende systemen (software en hardware firma's) bezocht. Ook deze mensen waren bijzonder kooperatief en vrijgevig met informatie.

Aan het promotieonderzoek hebben acht studenten meegewerkt van wie ik, zonder de anderen tekort te willen doen, vooral Frans van Osta zeer erkentelijk ben voor zijn aandeel in het simulatiemodel.

De medewerkers van de Vakgroep Landbouwtechniek hebben altijd met belang-

stelling medegeleefd met mijn werk. In het bijzonder Henk Vos ben ik veel dank verschuldigd, omdat hij ondanks zijn drukke werkzaamheden altijd tijd vrij maakte om mij door talloze problemen en twijfelgevallen heen te helpen.

Twee personen die het bijzonder zal verheugen dat dit proefschrift zijn voltooiing bereikt heeft zijn mijn vrouw Nancy, die dag in dag uit met de ups en downs van een promotie assistent meegeleefd heeft en mijn vader, die als enige buitenstaander van begin tot het eind alle concepten gelezen en adviezen verstrekt heeft.

Bij het tot stand komen van de tekst hebben meegeholpen: Eef van Donselaar wat betreft het tekenwerk; Jan Willem Hofstee die zich bijzonder verdienstelijk gemaakt heeft bij het in de computer krijgen van de teksten; Christien Miller en Marjolein de Brabander die met de formules geworsteld hebben; de medewerkers van het rekencentrum, die regelmatig diensten verleend hebben om het werken met de computer mogelijk te maken.

SYMBOLENLIJST

(Tussen haakjes het paragraaf-nummer waar de variabele gedefinieerd of het meest gebruikt wordt)

Algemene prefixen

- $E(x)$ = verwachting van x
 μ = gemiddelde van x
 σ_x = standaardafwijking of spreiding van x
 \underline{x} = stochastische waarde
 Δ_x = verschil tussen twee waarden van de variabele x

Algemene suffixen

- x_{rel} = gerealiseerde waarde
 x_{ds} = doelstellings-waarde
 x_{par} = parameter-waarde

Variabelen en konstanten

- $a = \frac{\pi}{\sigma_x \cdot \sqrt{3}}$, konstante bij logistische verdeling (3.3, 3.4)
 b = basis-periode = periodelengte waarin de afname vastgelegd is (stuks) (3.6)
 B = bestelnivo (stuks) (3.4)
 BTG = betrouwbaarheidsgrens (3.6)
 D = afname (stuks per tijdseenheid) (3.4)
 $D(\text{jaar})$ = jaar-afname (stuks per jaar) (3.3, 3.4)
 F = bestelkosten (guldens per bestelling) (3.4)
 g = aantal basis-perioden per jaar (3.6)
 H = kosten van voorraad houden (guldens per stuk per jaar) (3.4)
 HO = nulhypothese (geen effect) bij binomiaal-toets (3.6)
 i = aantal basis-perioden in een testperiode (3.6)
 k = afname: stuks per testperiode j (3.6)
 j
 K = veiligheidsfaktor bij B-nivo berekening (3.3, 3.4)
 L = levertijd (meestal in weken) (3.3, 3.4)
 m = aantal test-perioden per jaar (3.6)
 M = variatiecoëfficiënt van de levertijd (3.3)
 M' = onregelmatigheidsparameter van de levertijd (3.3)
 n = aantal stuks afname per jaar (bij Binomiaal-toets) (3.6)
 $P(.)$ = algemeen: kans op gebeurtenis (3.4, 3.5, 3.6)
 p_0 = kans op gebeurtenis onder nul-hypothese (3.6)
 P = prijs van een artikel (guldens) (3.4)
 Q = bestelhoeveelheid (stuks) (3.4 e.v.)

r = aantal opeenvolgende testperioden met opschuiving van een basisperiode in een jaar (3.6)
 s = bestel-nivo bij periodiek bestellen in s,S-systeem (stuks) (3.4)
 S = aanvul-nivo bij periodiek bestellen in s,S-systeem (stuks) (3.4)
 t = testperiode = periodelengte waarover de Binomiaaltoets wordt uitgevoerd (weken) (3.6)
 v = resterende voorraad op moment van aankomst van Q (stuks) (3.4)
 $V\bar{V}$ = veiligheidsvoorraad (stuks) (3.3, 3.4)
 W = wegingsfaktor bij levertijd-registratie (3.3)
 \bar{x} = afname gedurende de levertijd (ook wel L^*D) (stuks per tijds-eenheid) (3.3)
 z = kritieke waarde bij binomiaal-toets (3.6)

Griekse symbolen

α = alfa = servicegraad (3.4)
 β = beta = servicegraad (3.4)
 γ = gamma = servicegraad (3.4)
 γ = gamma = toetsingsbetrouwbaarheid bij Binomiaaltoets (3.6)
 η = eta = $1 - \beta$ = disservice (3.4)
 π = pi = 3,141592654....
 Π = PI = kosten van een tekort per keer (guldens) (3.4)
 Π' = PI' = kosten van een tekort per stuk per week (guldens) (3.4)
 ϕ = phi = kansdichtheidsfunctie (3.4)
 Φ = PHI = verdelingsfunctie (3.4)
 χ = CHI = stochastische variabele van de standaard-Normale verdeling (3.4)

Afkortingen

A.V.A.S. = geautomatiseerd voorraad administratie systeem (4)
 CM = centraal (onderdelen) magazijn (3.1)
 CVE = centrale verwerkings eenheid (van computer) (4)
 e.e. = exponentiele effening (3.6)
 e.i.d. = elektromagnetische informatie drager (4)
 EOQ = economic order quantity (Q-Camp) (3.4, 3.5)
 ink1 = 1 jaar inkoerant (5)
 I.U.S. = informatie uitwisselings systeem (4.9)
 I.V.V. = inkoop-voorraad-verkoop (systeem) (3)
 JCL = job control language (5)
 LMB = landbouw mechanisatie bedrijf (1.4, 4.2)
 Mb = mega byte (1.000.000 bytes) (4)
 SMC = stichting mechanisatie centrum (2)
 S.R.P. = service requirement planning (3.6, 7)
 sur1 = surplus boven 1 jaar verkoop (5)
 t.a.t. = tussen aankomst tijden (3.6)
 uink = uitwisselbaar inkoerant (5)
 uitv = uitverkoop (5)
 V1,2 = vestiging 1, 2 (3.1)
 VDU = video display unit (beeldscherm) (4)
 vsg = voort schrijdend gemiddelde (3.6)
 V.V.I. = vast voorspel interval (3.6)

INHOUDSOPGAVE

Abstract	i
Voorwoord	iii
Symbolenlijst	v
Inhoudsopgave	vii
1 ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED	1
1.1 HISTORISCHE ONTWIKKELING	1
1.2 LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960	3
1.2.1 Structuur van de markt	3
1.2.2 Produktie	4
1.2.3 Import, export en afzet	6
1.2.4 De landbouw mechanisatie bedrijven	10
1.2.5 Onderdelen-problematiek bij gebruikers	13
1.2.6 Mechanisatie landbouwproject in ontwikkelingsland	15
2 ONDERDELENVOORZIENING ALS MAATSCHAPPELIJK PROBLEEM	17
2.1 EERSTE AANZET	17
2.2 ONDERZOEKEN, VOORAFGAAND AAN PROMOTIEONDERZOEK	18
2.3 PROBLEEMSTELLING	19
3 INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO	21
3.1 TOESTAND BIJ DE IMPORTEUR	21
3.1.1 Inleiding	21
3.1.2 Probleemgebieden in de organisatie	22
3.2 ONDERZOEK IN OPERATIONELE OMGEVING	28
3.2.1 Inleiding	28
3.2.2 Huidige wijze van bestellen	28
3.2.3 Formuleren van alternatieven	29
3.2.4 Toetsen van alternatieven	30
3.3 ANALYSE VAN LEVERTIJDEN	32
3.3.1 Het operationele probleem bij de importeur	32
3.3.2 Experimentele meting van levertijden	39
3.3.2.1 De proef-fase	41
3.3.2.2 Uitkomsten	41
3.3.2.3 Schatting van het effect van fout in L-par	47
3.3.2.4 Voorstellen voor operationele aanpak	48
3.3.3 Konklusies	52
3.4 ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD	52
3.4.1 Voorraadbeheer als regelsysteem	52
3.4.2 Werking van een bestelmodel	54
3.4.3 Definities servicegraad	63
3.4.4 Bepaling van de servicegraad-norm	70
3.4.5 Meting van de servicegraad	74
3.4.5.1 Principiele aspecten	74
3.4.5.2 Operationele aspecten	76
3.4.5.3 Uitwerking servicegraad-registratie	80
3.4.6 Terugkoppeling	81
3.4.7 Organisatorische aspecten	85
3.4.8 Modelsimulaties	87
3.4.9 Samenvatting	97
3.5 VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO	97
3.5.1 Inleiding	97
3.5.2 Gevoeligheidsanalyses verdelingsfuncties	99
3.5.3 Overzicht van enkele verdelingsfuncties	100

3.5.4	Vooronderzoeken naar verdeling van de vraag	102
3.5.4.1	Dubbele Poisson Verdeling	102
3.5.4.2	Voorraadbeheer bij slowmover onderdelen	102
3.5.4.3	Lumpy-demand artikelen	103
3.5.5	Effekt van verdelingsfunctie in voorraadstelsel	104
3.5.5.1	Simulatie voorraadstelsel met reële afnamecijfers	104
3.5.5.2	Simulatie met reële afnamen over 10 jaar	107
3.5.6	Konklusies	110
3.6	VOORSPELLING VAN DE VRAAG	112
3.6.1	Inleiding	112
3.6.2	Effekt van voorspellers in voorraadstelsel	113
3.6.2.1	Voorspel-methode met vast voorspelinterval	113
3.6.2.2	Voorspel-methode met tussenaankomsttijden	113
3.6.3	Simulatie voorraadstelsel met werkelijke afnamen	115
3.6.3.1	FORTRAN model	115
3.6.3.2	Methode met tussenaankomsttijden	116
3.6.3.3	Methode met vast voorspel-interval	117
3.6.3.4	Kanttekeningen bij deze simulatie	120
3.6.4	Simulatie met samengestelde afnamereeksen	121
3.6.4.1	SIMULA model	121
3.6.4.2	Simulatie voorspellen met tussenaankomsttijden	123
3.6.4.3	Simulatie voorspellen met vast voorspelinterval	125
3.6.4.3.1	Exponentiële effening	125
3.6.4.3.2	Voortschrijdend gemiddelde	128
3.6.4.4	Keuze voorspelmethode	132
3.6.5	Konklusies voorspellen niet-seizoen artikelen	133
3.6.6	Seizoenvoorspelling	134
3.6.6.1	Inleiding	134
3.6.6.2	De rationele benadering van seizoen	135
3.6.6.3	Modelbeschrijving Binomiaaltoets	138
3.6.6.4	Seizoenvoorspelling	140
3.6.6.5	Exceptionele afname	143
3.6.6.6	Bepaling van de omvang van het seizoen	143
3.6.7	Test seizoenherkenning op praktijkcijfers	144
3.6.7.1	Eerste resultaten	144
3.6.7.2	Seizoenratio	145
3.6.7.3	Invloed van seizoenratio	146
3.6.7.4	Bepaling combinatie gamma en BTG	146
3.6.7.5	Instellen van toetsingsparameters	147
3.6.7.6	Toetsing op het hele bestand	148
3.6.7.7	Verfijning van het model	149
3.6.7.8	Invloed van afnamehistorie	150
3.6.8	Toepassing in de praktijk	150
4	INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN	152
4.1	INLEIDING	152
4.2	INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S	152
4.2.1	Invloed van produktenpakket op onderdelenservice	152
4.2.2	Schaal van het bedrijf	155
4.2.3	Rol van de magazijnmeester	155
4.2.3.1	Funktionele scheiding	155
4.2.3.2	Beoordelingsproces bij inkoopbeslissingen	157
4.2.3.3	Konklusies rol magazijnmeester.	162
4.3	VOORRAADKOSTEN, INKOERANT EN VOORRAADTURNOVER	163

4.4	KONKLUSIES NIET-GEAUTOMATISEERDE LMB'S	164
4.5	ERVARINGEN VAN LMB'S MET AUTOMATISERING	165
4.6	KONKLUSIES AUTOMATISERING BIJ LMB'S	169
4.7	SYSTEEMEISEN VOOR AUTOMATISERING VAN LMB'S	170
4.7.1	Inleiding	170
4.7.2	Opstelling	171
4.7.3	Deeladministraties	172
4.7.4	Voorraad administratie	172
4.7.5	Vorbereidende werkzaamheden	174
4.8	KOSTEN-BATEN BESPREKING AUTOMATISERING	174
4.8.1	Inleiding	174
4.8.2	Direkte kosten	175
4.8.3	Direkte besparingen	177
4.8.4	Overzicht direkte kosten en baten	178
4.8.5	Konklusies automatisering LMB's	179
4.9	OPERATIONELE ASPEKTEN VAN INFORMATIE-UITWISSELING	180
4.9.1	Konsekwenties van geautomatiseerd voorraadbeheer	180
4.9.2	Artikel-mutaties	183
4.9.3	Nieuwe artikel-gegevens	183
4.9.4	Automatisch bestellen	184
4.9.5	Automatisch doormelden van inkoerant	184
4.9.6	Telekommunikatie	185
4.9.7	Serviceburo's	186
4.9.8	Standaardisatie	186
4.9.9	Konklusies informatie-uitwisseling	187
5	ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN	189
5.1	INLEIDING	189
5.2	SYSTEEM 'COMPUTERVERWERKING VOORRADEN DEALERS' (CVD)	190
5.3	OOZAKEN VAN INKOERANTVORMING	192
5.4	GEBRUIKSMOGELIJKHEDEN CENTRAAL VOORRAADBEHEER	196
5.4.1	Voorraadvergelijking	196
5.4.2	Afstemming vraag en aanbod	196
5.4.3	Verbetering van de voorspelling	197
5.5	BESPREKING TELLINGEN EERSTE PROGRAMMA (PROG 1)	198
5.5.1	Inleiding	198
5.5.2	Algemene gegevens	199
5.5.3	Voorraadwaarde niet-eigen artikelen	203
5.6	BESPREKING OVERZICHTEN TWEEDE PROGRAMMA (PROG 2)	204
5.6.1	Gegevensindeling	204
5.6.2	Besturingsmogelijkheden	205
5.6.3	De testruns	209
5.6.4	Dekking van overbevoorrading door bestellingen	209
5.6.5	Interactie tussen inkoerantnorm en minimumprijs	211
5.6.6	Verband met afnamesnelheid bij Centraal Magazijn	213
5.7	ALGEMENE KONKLUSIES	213
6	INTEGRAAL VOORRAADBEHEER	215
6.1	EIGENSCHAPPEN VAN DE BEDRIJFSKOLOM	215
6.1.1	Invloed van assortiment op verhouding importeur - LMB	215
6.1.2	Opties voor integraal voorraadbeheer	216
6.2	VOORRAAD-REDUKTIE DOOR INTEGRATIE VAN VOORRADEN	217
6.3	INTEGRATIE VAN VOORRADEN	221
6.3.1	Inleiding	221
6.3.2	Vertikale integratie	223

6.3.3	Horizontale integratie.	223
6.3.4	Produktgroep gerichte benadering.	225
6.4	UITWISSELMODEL	231
7	SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN	234
7.1	MODELOPBOUW	234
7.1.1	Inleiding	234
7.1.2	Aannamen	235
7.1.3	Inleiding SIMULA	236
7.2	MODELBSCHRIJVING	237
7.2.1	Inleiding: de gesimuleerde modellen	237
7.2.2	Procesbeschrijving basismodel	237
7.2.2.1	Proces dealer	240
7.2.2.2	Proces importeur	245
7.2.3	Procesbeschrijving uitwisselmodel	247
7.2.4	Input van de modellen	248
7.3	RESULTATEN EN KONKLUSIES	249
7.3.1	Inleiding	249
7.3.2	Variatie van levertijden	249
7.3.2.1	Goedlopend artikel - run 1 t/m 8	249
7.3.2.2	Goedlopend artikel - run 9 t/m 16	253
7.3.2.3	Langzaamlopend artikel - run 17 t/m 24	256
7.3.2.4	Langzaamlopend artikel - run 25 t/m 32	259
7.3.3	Effekt van uitwisselen op servicegraad	262
7.3.3.1	Servicegraad-nuancering bij dealers - run 17a t/m 24a	262
7.3.3.2	Lage service door importeur - run 17b t/m 24b	265
7.3.4	Overbevoorrading	268
7.3.4.1	Artikel met sporadische afname - run 49 en 50	268
7.3.4.2	Goedlopend artikel - run 51 en 52	270
7.3.4.3	Langzaamlopend artikel - run 53 en 54	272
7.3.5	Piek in de vraag - run 61 en 62	273
7.4	ALGEMENE KONKLUSIES EN AANBEVELINGEN	276
8	ONDERDELENVOORZIENING IN ONTWIKKELINGSLANDEN	278
8.1	INLEIDING	278
8.2	FUNDAMENTELE OORZAKEN VAN DE ONDERDELEN-PROBLEMATIEK	278
8.3	PROBLEMEN MET VOORRAADBEHEER	281
8.4	GEVOLGEN EN SYMPTOMEN	282
8.5	AANBEVELINGEN	282
8.5.1	Probleemstelling bij het zoeken van oplossingen	282
8.5.2	Autonome ontwikkeling	283
8.5.3	Mechanisatieprojekten	284
	Inhoudsopgave bijlagen	285
	Bijlagen A t/m I	287
	Literatuur (L)	358
	Samenvatting & summary (S)	368
	Trefwoorden index (X)	375
	Curriculum vitae	379

HOOFDSTUK 1

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED

De fabricage en handel van landbouwwerktuigen in Nederland

1.1 HISTORISCHE ONTWIKKELING

De hedendaagse landbouwmecanisatie in Nederland kent een lange wordingsgeschiedenis gedurende welke met veel inventiviteit, mislukkingen en wisselende suksessen de mechanisatie zich ontwikkeld heeft van eenvoudige, door paarden getrokken ploegen tot de volledig gemotoriseerde en gedeeltelijk geautomatiseerde mechanisatie van vandaag. Een interessante beschrijving van deze wordingsgeschiedenis wordt gegeven door Van Der Poel [1967], waaruit enige hoogtepunten geciteerd worden.

1824: Introductie van de Vlaamse ploeg ter vervanging van de Brabantse ploeg, gefabriceerd in Hohenheim (Stuttgart).

1833: 700 verschillende handdorsmachines op de markt in Amerika.

1850: McCormick (Chicago) heeft 4500 maaismachines aan de man gebracht; de produktie belooft 2500 stuks in 1855; in 1865 zijn er ca. 250.000 in gebruik.

1840 - 1870: opkomst van importeurs (Tideman, Peignat, Massee, Landre & Glinderman, Keyzer & Swertz, Boeke, Boeke & Huidekoper);

1850: Borgman introduceert de Arendploeg uit Amerika, die op slag een economische veroudering van bestaande ploegen teweeg brengt. Vele smeden spannen zich in om hem na te maken; omstreeks 1860 hebben deze moderne typen bijna alle oudere ploegen verdrongen.

1880: Sack's werktuigen-industrie (bij Leipzig) maakt, gestimuleerd door Engels voorbeeld, 20.000 ploegen per jaar.

1880: Introductie van stoommachines voor stationnaire dorsers.

na 1880: Duitse industrie veroverd een belangrijk deel van de Nederlandse markt.

1862: Van Amersfoort introduceert de stoomploeg van Fowlers op de Badhoeve in de Haarlemmermeer. Tot meer dan drie stoomploegen is het in Nederland niet gekomen.

1884: Landbouwtentoonstelling in Amsterdam, onder leiding van Sickesz van de Gelderse Maatschappij van Landbouw. Niet alleen bracht deze grotere bekendheid voor Nederlandse landbouwprodukten en de toepassingsmogelijkheden van werktuigen, ook leidde zij tot de instelling van de staatscommissie van 1886, die wetgeving, voorlichting, onderzoek en

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED HISTORISCHE ONTWIKKELING

- onderwijs een impuls gaf.
- 1907: Opmars van trekkers in Amerika; 1907 600 trekkers; 1917 51.000 (200 merken !); 1925: 500.000-ste Ford-trekker.
- 1913: Eerste petroleumtrekkers in Nederland;
- 1940: In gebruik zijn 4450 "echte" trekkers, waarvan 500 rupstrekken en daarnaast 1266 autotrekken.
- 1943: Gebrek aan maaierwerktuigen, trekkers, brandstof, paarden en onderdelen.
- 1948: Opheffing van de distributie van wieltrekkers, import loopt op tot 6232 stuks. Vanaf deze tijd staat de trekker centraal in de landbouwmechanisatie.
- 1949: Opkomst van Duitse dieseltrekken vereist meer scholing en vakmanschap bij het onderhoud op het platte land.
- 1950: 24.500 trekkers in gebruik (+ 900 autotrekken); 1953: 33.000; 1965: 135.000.
- 1960: Aangebouwde meerschjarige wentelploegen met werksnelheid van 6 km/u winnen terrein.
- 1975: OESO-norm voor trekkercabines.
- Vanaf ca. 1953 verloopt de ontwikkeling van de landbouwmechanisatie welhaast stormachtig. Belangrijkste impulsen zijn:
- de Marshall-hulp,
 - de loonstijging,
 - de vraag naar landbouwprodukten,
 - de kredietfaciliteiten.
- Sterke invloed op de landbouwmechanisatie ging uit van de ontwikkeling van de industriële techniek die lichte, krachtige motoren levert. De mechanisatie werd mogelijk gemaakt door:
- goed georganiseerde importeursbedrijven,
 - opkomst van gespecialiseerde landbouwwerktuigen fabrikanten (na 1945),
 - ontwikkeling van landbouwmechanisatiebedrijven,
- De bedrijfstak werd ondersteund en gestimuleerd door:
- de vakorganisaties: SMECOMA, BOVAG, VIMPOLTU, Centraal Bureau (CEBECO), NVFL;
 - (semi-) overheids instituten voor onderzoek ILR, ITT (IMAG);
 - overheidsvoorlichting en vernieuwingen in het onderwijs (praktijkscholen);
 - de landbouwtentoonstellingen (Liempde, Zuid Laren, RAI).

Van Der Poel geeft geen expliciete gegevens over onderhouds- en onderdelenproblematiek, maar gezien de aantallen werktuigen die 100 jaar geleden al in gebruik waren, moet die problematiek al zeker van voor 1850 dateren. Onderhoud hield vanaf het begin van de industriële ontwikkeling verband met slijtage en breuk door te zwakke konstruktie (zie de vervanging van houten ploegen door ploegen met gietijzeren en later met stalen risters). Met de industriële produktie vanaf omstreeks 1850 kwam daar het probleem bij dat de traditionele smeden en wagenmakers moeite hadden de stalen "samengestelde" werktuigen te repareren. Dit werd al in het begin van de 20ste eeuw verergerd door de overvloed aan verschillende merken en steeds wisselende typen, wat enerzijds het gevolg was van technische verbeteringen (maaiers), anderzijds van een versplinterde markt. In 1950 bestond de trekkermarkt in Nederland reeds uit 75 merken, hetgeen het de kopers onmogelijk maakte een verantwoorde keuze te maken uit de vele fabrikaten en typen. Van Der Poel zegt in 1966: "de laatste tijd is een neiging waar te nemen tot het terugbrengen van het aantal typen, hetgeen de onderdelenvoorziening en de service ten goede zal komen".

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED
LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

1.2 LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

1.2.1 structuur van de markt.

Het aantal importeurs, producenten en dealers volgens de tellingen van het CBS (1982) is te zien in tabel 1.2.1.

Tabel 1.2.1. Aantal fabrikanten, importeurs en dealers (LMB's) van landbouw-werktuigen en trekkers.

	Aantal volgens		leden-
	CBS	ledenlijst	organisatie
Fabrikanten	90	29	NVFL
Importeurs	65	32	Vimpoltu
LMB's	1500	800	COM

Table 1.2.1. Number of producers, importers and dealers of agricultural equipment and tractors.

Hierbij valt op te merken dat:

- het CBS slechts fabrikanten met meer dan 10 werknemers telt;
- 3 bedrijven 50% van de omzet produceren en gemiddeld 70% van hun productie exporteren;
- er 25 middelgrote bedrijven met minder dan 50% export zijn;
- er ruim 100 kleinere bedrijfjes voor de lokale of regionale markt produceren;
- er ca. 25 importeurs van trekkers zijn.

Bedrijfskolom.

Theoretisch vinden de werktuigen en onderdelen hun weg van fabrikant via importeur en wederverkopers naar de afnemers. De onderdelen volgen echter in veel gevallen andere afzetkanalen dan de werktuigen, wat duidelijk tot uiting komt in de volgende handelsrelaties:

- nevenhandel gespecialiseerd in snellopende onderdelen van alle merken. (Gevolg: kans op synoniemen, dat wil zeggen verschillende artikelnummers voor hetzelfde onderdeel van verschillende leveranciers).
- algemene technische handelsfirma's leveren standaard-onderdelen aan alle sectoren.
- importeurs betrekken onderdelen van de toeleverancier van de fabrikant. Daarnaast wijkt de import en afzet van werktuigen en onderdelen op diverse punten af van de eenvoudige bedrijfskolom:
- importeurs en fabrikanten leveren direct aan eindgebruikers, wanneer het gaat om grote, dure machines; (Gevolg: LMB's verkopen relatief meer onderdelen).
- LMB's betrekken direct van fabrikant. Wanneer dat buiten de importeur om gaat spreekt men van "grijze" import van werktuigen; Er zijn echter ook produkten waarvoor geen vaste importeur in Nederland is (meest eenvoudige werktuigen).
- diverse importeurs hebben regionale onderdelenmagazijnen, vaak in de vorm van eigen dochterondernemingen. (gevolg: extra schakel in de keten; LMB's in de buurt kunnen op twee adressen bestellen).
- importeurs exporteren zelf weer naar andere landen.

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED LANDEBOUWMECHANISATIE NA 1960

Een markant verschil met andere technische bedrijfstakken is dat op praktisch alle nivo's het produktassortiment van meerdere toeleveranciers betrokken wordt:

- eindgebruikers betrekken van meerdere LMB's;
- LMB's betrekken van meerdere leveranciers; ca. 5 tot 10 hoofdleveranciers. (Gevolg: door elkaar lopende nummeringen, kans op homonymie, dat wil zeggen hetzelfde artikelnummer voor verschillende artikelen.

Verschillende kortingsystemen, prijslijsten, bestelprocedures).

- importeurs betrekken van meerdere fabrikanten;
- fabrikanten betrekken van een groot aantal toeleveranciers.

Hierdoor ontstaat een netwerk met vele onderlinge handelsrelaties, wat deel uitmaakt van de totale technologische infrastructuur. Enerzijds maakt deze technologische infrastructuur een hoge mechanisatiegraad mogelijk en verschaft het de landbouwmechanisatie als geheel een grote mate van stabiliteit en ongevoeligheid voor lokale verstoringen, anderzijds maakt het de modelmatige bestudering van het distributiesysteem gekompliceerd.

De binding tussen importeurs en dealers blijft echter een belangrijk gegeven vormen, zodat dit element van de bedrijfskolom als kenobject bestudeerd kan worden. Bij het ontwerpen van operationele systemen moet evenwel rekening gehouden worden met de geschetste veelvormigheid.

1.2.2 productie

Na de oorlog is er in Nederland een gespecialiseerde landbouwwerktuigen-industrie ontstaan, die zich hoofdzakelijk richt op werktuigen voor grondbewerking, ruwvoederwinning, zaaien, verzorgen en oogst van gewassen, alsmede sorteermachines. Deze industrie is sterk export-gericht: in 1980 werd voor Fl 253,3 mln aan werktuigen geëxporteerd (incl. gebruikte), (CBS 1983, tabel 33.h). De totale exportquote is gestaag gezakt van 0,55 in 1976 tot 0,46 in 1979. De productie van trekkers, maaidorsers en andere grote machines vindt hoofdzakelijk buiten Nederland plaats (draineermachines, bonenplukkers, aardappel- en bietenrooiers ook in Ned.). Daarnaast is er een grote import van soorten werktuigen die ook in Nederland gemaakt worden. In 1975 waren er 84 productiebedrijven met meer dan 10 werknemers, met in totaal 4500 werknemers. In 1977 werd er voor ca. F 423 mln aan werktuigen geproduceerd, alsmede ruim F 83 mln (20 %) aan onderdelen (zie ook tabel 1.2.5).

Gang van zaken bij een fabrikant.

Veldhuis [1978] heeft in 1977 een onderzoek gedaan naar de onderdelen-distributie bij een van de Nederlandse werktuigenfabrikanten.

Het bleek dat in de distributieketen weinig communicatie plaatsvond tussen de fabriek en de nationale importeurs in diverse landen (N.I.'s). Daardoor konden alle N.I.'s naar eigen inzicht bestellingen plaatsen, hetgeen ertoe leidde dat

- de N.I.'s zich af en toe gingen "indekken" tegen vermeende tekorten bij de fabriek;
- er onkontroleerbare overschotten bij diverse N.I.'s ontstonden;
- de N.I.'s vanwege slechte planning en registratie vaak spoedorders plaatsten.

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

Daarbij had het fabrieksmagazijn voor reserveonderdelen als grootste handicap dat de fabriek zeer lange "levertijden" had vanwege de geplande opeenvolging van lange produktieseries. Door het onkontroleerbare bestelgedrag van de N.I.'s werd het fabrieksmagazijn gedwongen enorme voorraden aan te leggen.

Veldhuis droeg hiervoor een oplossing aan die in de kern hierop neerkwam dat de N.I.'s hun voorraadbeheer zouden gaan automatiseren, zodat periodiek elementaire gegevens naar de fabriek doorgegeven konden worden. Die gegevens betroffen:

- maandelijks afnamecijfers van alle artikelen;
- prognose voor de behoefte in de komende periode (jaar, of halfjaar);
- de aktuele voorraad.

De automatisering zou tevens snelle en akkurate gegevens-uitwisseling mogelijk maken, zoals prijslijsten.

Daarnaast verrichtte Veldhuis een meer theoretisch onderzoek naar de vraagkarakteristiek van onderdelen op fabrieksnivo. Daaruit bleek dat de groep langzaam-lopende artikelen ca. 70 % van het artikelpakket uitmaken en de overige ca. 30 % of "snellopers" zijn of seizoen-artikelen. Er komen op fabrieksnivo echter opvallend weinig seizoen-artikelen voor, omdat de seizoenen in de diverse landen elkaar opvullen.

Voor de eerste groep zou een eenvoudig optimaliseringsmodel op basis van een Poisson-verdeling redelijk voldoen. Naar aanleiding van deze analyse werd geschat dat met een rationele voorspelling en een optimalisering van de bestelnivo-berekening, de bestelnivo's met een faktor 2 a 4 omlaag zouden kunnen.

In 1980 heeft deze fabriek inderdaad een informatie-uitwisseling-systeem via diskettes tussen de N.I.'s en het fabrieksmagazijn gerealiseerd. De fabriek is nu in staat nieuwe prijslijsten door te geven in lokale valuta, die direkt op het bestand van iedere N.I. aangebracht kunnen worden. Door deze integrale aanpak blijkt ook het "integrale denken" bevorderd te zijn, hetgeen in de praktijk betekent dat de fabriek niet meer zoveel mogelijk verkoopt aan de N.I.'s, maar restriktief alleen datgene levert waarvan de behoefte aangetoond kan worden. Tevens worden vroegtijdig voorraden teruggehaald die niet voldoende verbruikt worden, teneinde ze te kunnen doorleveren aan N.I.'s die er wel behoefte aan hebben.

Het tweede advies van Veldhuis betreffende de optimalisering van het B-nivo blijkt weinig aandacht gekregen te hebben. Oorzaken daarvan zijn onder andere:

- De informatie-uitwisseling tezamen met de automatisering van het voorraadbeheer heeft de meeste aandacht gekregen en heeft al enorme verbeteringen gebracht;
- de afname-patronen van sommige artikelen zijn zo grillig, dat men toch alle voorspellingen zou moeten controleren; het is belangrijk dat het hoogste nivo (fabriek) vlot kan blijven leveren om te voorkomen dat lagere nivo's (importeurs) zich uit achterdocht gaan "indekken";
- de voorspeltechnieken waren nogal complex en voor een niet-deskundige niet controleerbaar;
- de bestelnivo's voor onderdelen hebben bij een fabriek vaak slechts theoretische waarde, omdat men zich moet richten naar de produktie-planning voor series van bepaalde werktuigen.

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED
 LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

Ten aanzien van Veldhuis' scenario betreffende de integratie van onderdelen-verkoop met fabrieks-inkoop en -planning kan opgemerkt worden dat de onderdelen-verkoop qua volume te klein is ten opzichte van de produkten-verkoop om de loop van de produktie te kunnen beïnvloeden. Met de betere plan-cijfers van de N.I.'s kan men tegenwoordig evenwel betere planningen maken voor het lange-termijn produktie-plan.

Toen men begon met de automatiseringsaanpak kon men slechts gissen naar de kosten en uiteindelijke besparingen. Ook nu is het nauwelijks mogelijk om aan te geven wat er bespaard is. Wel heeft men nu een veel beter overzicht en controle op de voorraden en kan men moeiteloos inspelen op groei, nieuwe produkten en nieuwe markten.

1.2.3 Import, export en afzet

De markt.

Aangezien in Nederland geen trekkers gefabriceerd worden, kan men aan de importcijfers ook nagenoeg de afzet aflezen. De meest recente CBS-cijfers zijn samengevat in tabel 1.2.2.

Tabel 1.2.2. Procentuele verdeling van de INVOER naar waarde, ingedeeld in groepen en werkzaamheden (Bron: Vollaers, CBS)

Groep	Soort werktuig	i n v o e r w a a r d e (mln)					
		1979		1980		1981	
		guldens	%	guldens	%	guldens	%
	TOTAAL	721,4	100	615,6	100	560,9	100
1	spuiten, beregenen, meststrooien	19,7	2,7	21,7	3,5	17,5	3,1
2	grondbewerking, zaaien, poten	21,7	3,0	22,7	3,7	22,1	3,9
3	oogst van graan en gras	131,9	18,3	115,2	18,7	98,4	17,6
4	dorsen, oprapen, persen	5,1	0,7	2,8	0,5	5,6	1,0
5	oogst van aardappelen en bieten	14,0	1,9	17,3	2,8	13,8	2,5
6	sorteren	2,4	0,3	2,0	0,3	2,4	0,4
7	melken	14,7	2,0	9,5	1,5	6,3	1,1
8	elevators en wagens	57,8	8,0	42,2	6,9	28,3	5,0
9	trekkers	270,0	37,4	208,1	33,8	186,2	33,2
10	trekkerbanden en trekkermotoren --->	17,2	2,4	22,2	3,6	25,5	4,5
11	overige werktuigen	54,1	7,5	43,3	7,0	52,8	9,4
12	onderdelen --->	113,0	15,7	108,6	17,7	101,9	18,2

Table 1.2.2. Distribution of imports of agricultural equipment.

Hoewel het netto gewicht van de onderdelen (post 10+12) daalde met 10 % en de invoerwaarde met 2 %, bezetten post 10+12 de tweede plaats in de invoer, zowel qua netto gewicht als invoerwaarde, terwijl het aandeel van de onderdelen blijft groeien.

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED
 LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

Na 1977 blijkt een sterke ombuiging in de ontwikkeling plaatsgevonden te hebben; zie tabel 1.2.3.

Tabel 1.2.3 Invoerwaarden in indexcijfers; waarde van 1978 (import in guldens) = 100 . (Bron: Vollaers, CBS)

Jaar	Totaal	Trekkers	Werktuigen
1975	57	56	57
76	79	90	72
77	95	107	87
78	100	100	100
79	100	94	104
80	85	72	94
81	77	65	86

Table 1.2.3. Value of imports of tractors in index-marks; value of 1978 (import in Dutch guilders) = 100 .

In de aankoop van trekkers heeft een duidelijke verschuiving plaatsgevonden naar de categorieën boven 51 Kw, zie tabel 1.2.4.

Tabel 1.2.4. Procentuele verdeling naar vermogensklasse van ingevoerde meer-assige nieuwe trekkers. (Bron: Vollaers, CBS)

		BOVENGRENS VERMOGENSKLASSE (Kw)						
		29	37	44	51	66	88	>88
Jaar	aantal							
76	13737	8,1	24,7	24,5	18,9	18,6	4,3	0,9
77	13900	8,9	20,0	24,2	20,3	19,2	6,0	1,4
78	12329	9,6	16,4	21,4	25,2	19,2	6,1	2,1
79	10651	10,5	14,2	19,7	26,7	21,3	5,7	1,9
80	8006	18,0	11,1	18,1	19,5	24,9	6,1	2,3
81	6112	8,3	8,7	20,8	23,5	29,7	6,7	2,3
82	8276	5,8	8,9	* 1)	63,5	16,8	2,8	2,2

Table 1.2.4. Distribution across power classes of imported new tractors.
 Toelichting: 1 andere indeling in 1982: 25, 37, 59, 75, 90, >90 Kw.

Van 1980 op 1981 daalde de categorie onder 37 Kw van 29,1 % naar 17,0 %. Deze verschuiving heeft invloed over het hele spektrum van landbouwmechanisatie: de werktuigen krijgen meer capaciteit, maar worden ook duurder. Het werk wordt door minder machines gedaan, waardoor de stilstands kosten toenemen.

Het aantal merken is nog steeds groot te noemen: de mechanisatiegids 1984 vermeldt 76 hoofdgroepen, onderverdeeld in ruim 1500 soorten machines en werktuigen en diverse hulpstukken. In totaal staan daarin onder 4.000 merknamen ruim 12.000 typen geregistreerd. In 1981 werden 59 trekkermerken geïmporteerd, zij het dat de eerste 10 samen 81 % vertegenwoordigen (Vollaers [1983]). In 1982 waren dat ruim 66 trekkermerken, waarbij de eerste 10 samen 88 % vertegenwoordigen en 18 merken slechts 1 of 2 trekkers importeerden.

Hoewel het aantal in Nederland aanwezige trekkers niet exakt bepaald kan worden, kwam het CBS in 1975 na een proeftelling uit op een schatting van 175.000 trekkers.

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED
 LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

Tijink [1979] heeft in 1979 een onderzoek gedaan naar de afzet van landbouw-werktuigen en onderdelen, gebruik makend van CBS-cijfers over het tijdvak 1961 t/m 1977. Uit dit onderzoek bleek dat in Nederland niet alleen veel werktuigen doorverkocht worden, maar er tevens een levendige handel in tweedehands trekkers en werktuigen plaatsvindt. Daardoor is het erg moeilijk, zo niet onmogelijk om uit de CBS-cijfers de afzet van werktuigen en onderdelen nauwkeurig te destilleren. Afgaande op de door Tijink verzamelde gegevens ontstaat het volgende beeld (tabel 1.2.5.):

Tabel 1.2.5. Afzetbalans van landbouwwerktuigen en onderdelen in mln guldens, 1977.

	landb.werkt.	onderdelen	%
Productie (+)	f 423	f 83	20
Import (+)	f 531	f 47	9
Export (-)	f 300	f 68	23
-----	-----	----	--
Afzet	f 655	f 62	9,6

Table 1.2.5. Sales balance of agricultural equipment and spare parts in mln Dutch guilders, 1977.

In de periode 1964-1977 is het percentage onderdelen-afzet ten opzichte van werktuigen-afzet gemiddeld :

- 12,4 % met korrektie door prijsindex (spr. = 3,19),
- 11,2 % zonder korrektie door prijsindex (spr. = 3,90).

De CBS-cijfers gingen in 1979 niet verder dan 1977, waardoor de recente ontwikkelingen na 1977 hieruit niet afgelezen kunnen worden. Voor een schatting van het percentage onderdelenafzet na 1977 is een lineaire extrapolatie over de afzetgegevens vanaf 1961 niet gerechtvaardigd, aangezien deze tijdreeks toch een niet-lineaire ontwikkeling doet vermoeden.

Zo blijkt het percentage onderdelenafzet gemiddeld te bedragen :

- 12,4 % over '64 t/m '77 (spr.=3,9),
- 12,83 % over '65 t/m '77 (spr.=2,9),
- 14,25 % over '69 t/m '77 (spr.=2,4),
- 15,25 % over '72 t/m '77 (spr.=2,2) ;

echter na 1975 is een daling waarneembaar.

De meest recente CBS-cijfers, samengevat door Vollaers [1983], vermelden een onderdelen import van f 130.325.000, hetgeen 17,54 % van de totale import is. Dit ligt in de lijn van tabel 1.2.2., groep 12.

Uit de berekende prijsindex-cijfers (tot 1977) blijkt dat de prijzen van onderdelen van Nederlands Fabrikaat sinds ca. 1970 sterker in prijs zijn gestegen dan de geïmporteerde onderdelen en werktuigen.

Uitgaande van ca. f 70 mln onderdelenverkoop in 1977, uit voorraden die een omzet/voorraad verhouding hebben van ca. 1,5 , zal de onderdelenvoorraad bij alle leveranciers (in dat jaar) ca. f 50 mln hebben bedragen.

Enkele beperkingen van deze inventarisatie :

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED
LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

1. De gebruiksduur van werktuigen en daarvan afgeleid de verschroming was vrijwel niet te bepalen. De inventarisaties van het CBS vermeldde namelijk geen leeftijdsopbouw van de getelde machines en werktuigen. De modelmatige benadering van de levensduur van trekkers op basis van een Normale verdeling bleek niet te stroken met de werkelijke aantallen. Een uitbreiding van de CBS-inventarisaties naar leeftijdsopbouw van werktuigen en machines, mits ver uitgesplitst naar verschillende soorten en types, kan wel een interessante bevestiging leveren van de snelheid van economische veroudering, maar is nauwelijks van nut voor de prognose van het onderdelenverbruik van een bepaald type werktuig ten behoeve van een importeur. Voor een importeur kan het hooguit een indicatie vormen naast de extrapolatie van verbruiksgetallen van afzonderlijke onderdelen.
2. Nevenhandel : het is niet helemaal duidelijk in hoeverre de invloed van de gespecialiseerde onderdelen-handel en fabricage meegeteld zijn. Op deze zogenaamde grijze markt gaan vooral de veel-gebruikte onderdelen om. Aan de andere kant worden er in de landbouw ook op grote schaal algemeen-gangbare onderdelen gebruikt afkomstig uit de metaal-industrie (lagers, hydrauliek, bevestigingsmaterialen, verlichting etc.). Als deze beide geschat worden in de orde van grootte van 10 %, dan zou de onderdelenhandel in feite 20 % meer dan 12,5 % van de werktuigen-afzet, dus ca. 15 %, bedragen. (Dit getal komt redelijk overeen met de dealer-enquete, zie hst 1.2.4).

De onderdelenvoorziening vanuit de importeurs.

In 1976 hebben Ritter en Van Der Schree een enquete uitgevoerd bij vijf Nederlandse importeurs met het doel kengetallen te verzamelen om op basis daarvan:

- a. de verschillende bedrijven te vergelijken;
 - b. een dynamisch simulatiemodel te maken in navolging van Forrester [1964].
- Hieruit kwam het volgende beeld naar voren:
- De personeels aantallen liggen tussen 200 en 24 man (gemidd. 96).
 - De afdeling onderdelen beslaat gemiddeld 19,5 % van het personeelsbestand.
 - De produkt-assortimenten lopen nogal uiteen; accenten liggen primair op trekkers en oogstmachines, secundair op melkmachines en/of grondverzet.
 - Het aantal toeleveranciers varieert van 10 tot 134.
 - Importeurs hebben geen of enkele (1 tot 5) regionale vestigingen.
 - De importeurs uit het onderzoek hebben elk ca. 60 dealers.
 - Het aantal onderdelen ligt per importeur tussen 5.000 en 45.000 .
 - De voorraad-turnover varieerde tussen ca. 1,3 en 2,3 .
 - 9 % tot 25 % van de omzet bestaat uit onderdelen.
 - De onderdelen-omzet bestaat voor ca. 80 % uit onderdelen die ca. 5 a 15 % van het bestand uitmaken.
 - De levertijden van de hoofdleverancier (meestal de fabrikant) lopen uiteen van 4 tot 10 weken (aanvul-orders, globaal).
 - Er worden hooguit vuistregels gebruikt voor het bepalen van B-nivo en bestelhoeveelheid.
 - Alle importeurs waren in 1976 bezig met de beginfase van automatisering van het voorraadbeheer (zie Hst.3.3.1.2.).

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED
 LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

Nabeschouwing enquête bij importeurs.

- De verkooporders bestonden voor 38 % tot 88 % uit dag- en spoed-orders. In vergelijking met voorraadorders kosten deze orders de dealers ca. 17 % tot 30 % extra aan gederfde korting, nog afgezien van de extra transportkosten en de wachttijden voor de klant. Dit duidt op een slecht voorraadbeheer bij de dealers; meer korting op voorraadorders zal derhalve deze situatie weinig verbeteren.
- Men kreeg van de mensen die verantwoordelijk zijn voor de inkoop de indruk dat hun aandacht grotendeels gewijd is aan incidenten en uitzonderingen, waardoor zij zich geen voorstelling kunnen maken van rationalisering van de routinezaken op grond van formele besluitvorming. Een aspect daarvan was dat er twijfel bestond over de vraag welke categorie belangrijker is voor de onderdelenproblematiek: het kleine aantal snellopers, of het grote aantal langzaamlopers. Beide categorieën vereisen namelijk een verschillende aanpak.
- De automatisering van de voorraadadministratie werkte afschermend, in die zin dat men geen inzicht kreeg in de formele keuze- of beslisregels die in de programmatuur verwerkt zijn. Meer kennis van de automatisering bleek een vereiste om diepgaand probleemanalyserend te werk te kunnen gaan.

1.2.4 de landbouw mechanisatie bedrijven

Positie van de LMB's.

Het verbruik van onderdelen, dat wil zeggen de montage bij reparatie of onderhoud, vindt plaats hetzij in de werkplaatsen van de landbouwmechanisatie bedrijven (LMB's), hetzij bij de gebruikers zelf. In dat laatste geval worden de onderdelen bij de balie afgehaald of door de servicewagen afgeleverd. De LMB's vormen zodoende de schakel tussen importeur en gebruiker, zij staan het meest met de gebruikers in contact en hebben tevens de functie van lokaal voorraadopunt.

Broekman en Marinissen (Bedrijfstakstudie 1983) hebben een onderzoek uitgevoerd onder LMB's met meer dan 10 werknemers en een balanstotaal boven f 1,5 mln. De resultatenrekening van deze groep bedrijven is weergegeven in tabel 1.2.6.

Tabel 1.2.6. Resultatenrekening landbouwmechanisatie bedrijven;
 omzet = 100 % (Bron: Rabo bank).

In % van totale omzet	1980	1981	1982 (raming)
Omzet (excl. BTW)	100,0	100,0	100,0
Inkopen	73,2	72,7	73,1
Bruto winst	26,8	27,3	26,9
Diverse baten	0,6	0,3	0,3
Kosten	26,9	28,2	27,9
Exploitatieresultaat	0,5	-0,6	-0,7

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED
 LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

Kosten:			
- betaalde en gewaardeerde lonen	16,3	16,5	16,6
- afschrijvingen	1,7	1,7	1,6
- rente	3,2	3,2	3,1
- overige kosten	5,7	6,8	6,6

Table 1.2.6. Financial balance for the agricultural mechanisation retailers;
 gross sales = 100 % (source: Rabo bank).

Vervult de belangrijkste omzetgroep (ca. 75 %) vormt de verkoop van nieuwe en gebruikte trekkers en werktuigen; de rest betreft vergoedingen voor onderhoud en reparatie (10 %) en de daarbij gebruikte onderdelen (15 %). De brutowinstmarge op trekkers en werktuigen belooft ca. 15 %, op onderdelen ca. 25 %, terwijl de reparaties voor 100 % bijdragen aan de brutowinst. De gedaalde verkopen in 1981 werden deels gecompenseerd door meer onderhoud en reparaties, waardoor ook de brutowinstmarge in procenten van de omzet toenam. Verder werd vastgesteld dat de brutowinstmarge voor de individuele bedrijven sterk kan verschillen als gevolg van de samenstelling van de totale omzet. Men vermoedt dat de toegenomen verkopen in 1982 zullen leiden tot een betere brutowinstmarge vanwege de daaruit voortvloeiende onderhoudsopdrachten.

Tabel 1.2.7. toont enige financiële kengetallen.

Tabel 1.2.7. Financiële kengetallen landbouwmechanisatie bedrijven (Bron: Rabo bank, 1981).

Omzet per arbeidskracht	f 275.000
Omloopsnelheid totale vermogen	2,0
Liquiditeit: current ratio 1)	1,2
quick ratio 2)	0,5
Voorraadtermijn in dagen	105
Debiteurentermijn in dagen	40
Crediteurentermijn in dagen	60

Table 1.2.7. Financial figures for agricultural mechanisation retailers.

Toelichting: 1) C.R. = vlottende activa / vlottende passiva;
 2) Q.R. = (vl. activa - voorraden) / vl. passiva.

De omzet per arbeidskracht van f 275.000 is voor een handelsbedrijf vrij laag, maar wordt veroorzaakt door het hoge aandeel van onderhoud en reparatie. Het grote verschil tussen "current-" en "quick-ratio" wordt verklaard door de omvang van de voorraden. Deze hebben betrekking op de boekhoudkundige balans-waarde van produkten en onderdelen, zodat deze getallen geen opheldering geven over de werkelijke omvang van de onderdelen-voorraden.

Organisatie van landbouw mechanisatie bedrijven.

Van der Schree (1979) heeft een enquête uitgevoerd onder ruim 200 LMB's met het doel kengetallen te verzamelen over de structuur en de rol van de afzetspunten in de onderdelenvoorziening. Oortman Gerlings [1982] heeft twee series gesprekken gevoerd met LMB's in het kader van een onderzoek naar de informatiebehoefte bij LMB's (zie Hst 5). De 6 bedrijven uit de eerste serie waren geselecteerd uit de respondenten op de schriftelijke enquête

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED
 LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

door Van der Schee. In het hiernavolgende wordt een samenvatting gegeven van deze gegevens.

Magazijnvorm.

Hoewel bij alle bedrijven een fysiek afgesloten magazijn werd aangetroffen, bleken de monteurs regelmatig in het magazijn te komen om onderdelen op te halen. Bij alle bedrijven was de magazijnruimte verspreid over twee of meer plaatsen in het bedrijf. Bij de meeste bedrijven is er in de werkplaats ook een grijpvoorraad van veel gebruikte onderdelen.

Artikelordening.

De onderdelen liggen in het magazijn doorgaans gerangschikt naar:

1. afnamesnelheid,
2. funktie,
3. merk of leverancier.

In de praktijk blijkt dat iedere fysieke ordening na verloop van tijd verwaart vanwege verloop van artikelen en veranderingen van het assortiment waarvoor door ruimte- en tijdgebrek geen reorganisatie wordt uitgevoerd. Slechts bij twee bedrijven was met behulp van lokatienummering de fysieke ordening in het magazijn vervangen door een logische ordening in een kaartstelsel.

Administratiesysteem.

Volgens de enquête hanteert 59 % van de bedrijven een kaartstelsel (zie tabel 1.2.8).

Tabel 1.2.8 Verspreiding van administratievormen bij LMB's.

(Bron: Van Der Schee, [1978])

Admin. systeem	K l a s s e			Tot.	%
	-1-	-2-	-3-		
Geen	21	9	4	34	25
Stellingkaarten	14	11	9	44	33
Voorraadkaarten	10	17	24	51	38
Geautomatiseerd	1	0	4	5	4
	---	---	---	---	---
TOTAAL vermeldingen	46	37	41	134	100
Aantal bedrijven	31	28	35	94	

Table 1.2.8. Distribution of methods of administration with A.M. retailers.

Toelichting: klasse 1 : bedrijven met omzet tot f 1,5 mln,
 klasse 2 : bedrijven met f 1,5 mln < omzet < f 4,0 mln,
 klasse 3 : bedrijven met omzet meer dan f 10 mln.

In tabel 1.2.9 zijn de administratiesystemen vermeld, zoals bij de bezoeken zijn aangetroffen.

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED
 LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

Tabel 1.2.9 Verspreiding van kaartsystemen bij de zes bezochte bedrijven.

Bedrijf	Aantal kaarten	Aantal voorraad-artikelen	% Vrd. art. op kaart
A	400 1)	5.000	15
B	1.500 2)	1.000	60
C	n.v.t. 3)	7.000	100
D	800	8.000	10
E	1.200	10.000	12
F	11.000	16.000	70
Gem.		5.833	44 ; zonder C: 33%

Table 1.2.9. Distribution of types of card files with six visited firms.

- Toelichting: 1. Er is een map met lokatie-aanduidingen voor voorraadartikelen; er zijn stellingkaarten met bestel-aanwijzingen.
 2. Bestelde artikelen van de hoofdleverancier krijgen een kaart.
 3. De computer produceert voorraad-lijsten.

Konklusie.

Een minderheid van de LMB's voert een voorraadadministratie voor alle artikelen, terwijl een meerderheid geen of een gebrekkig kaartsysteem in gebruik heeft. Zelfs met een volledig kaartsysteem is het moeilijk om inzicht te krijgen in de totale voorraadopbouw. Uit alles blijkt dat het bijhouden en konsekwent gebruiken van kaartsystemen zeer arbeidsintensief is.

1.2.5 onderdelen-problematiek bij gebruikers

Mijs [1976] heeft een onderzoek verricht naar de invloed van preventief onderhoud op het optreden van storingen bij een type aardappelrooier. Doel van dit onderzoek was na te gaan in hoeverre preventief onderhoud aan oogstmachines wordt uitgevoerd.

Er werden schriftelijke enquêtes rondgestuurd aan landbouwers en loonwerkers met vragen over hun gewoonte van onderhoud en ervaringen met storingen. Uit de reacties bleek dat zeker 90 % van de respondenten preventief onderhoud uitvoert; ca. 10 % deed dat samen met de dealer, de rest zelf. Ca. 10 % pleegt onderhoud vlak voor het seizoen, de rest hoofdzakelijk in de winter (ergens tussen november en maart). Ruim 70 % van de respondenten heeft zelf onderdelen in voorraad, voornamelijk de evidente slijtagedelen (zoals lagers, breekbouten, V-riemen, verbindingsspijlen, geleiderollen). De aanvulling daarvan vindt voor een groot deel plaats vlak voor en tijdens het seizoen.

Er was een duidelijk negatief verband tussen het aantal uren preventief onderhoud en het aantal storingen: de helft van de gebruikers pleegt bewust preventief onderhoud met het oog op reductie van de storingskans in het seizoen; de rest heeft een nieuwe machine of vindt dat de storingen wel meevallen, zodat men alleen minimaal onderhoud pleegt.

Bij de vraag hoe storingen voorkomen of althans snel verholpen hadden kunnen worden, scoorden de volgende punten samen 40 % :

- de konstruktie van de machine

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED
LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

- betere controle en reiniging tijdens het rooien
- zelf eigen reservedelen in voorraad houden.

Men achtte dit belangrijker dan nog meer preventief onderhoud (respons 5,3 %); betere onderdelenvoorziening door de dealer in het seizoen kwam achteraan met 1,3 %.

Evaluatie

1. Zowel uit de genoemde mogelijkheden ter voorkoming van storingen als uit de lijst van verbruikte onderdelen blijkt dat storingen en de daarbij benodigde onderdelen voor een groot deel sterk incidenteel van aard zijn, dus niet voorspelbaar (voorbeeld: tandwielkast); deels gradueel zijn, zodat door tijdig onderhoud en vervanging het euvel voorkomen kan worden (voorbeeld: rooiomat) en deels incidenteel, maar wel te verwachten (voorbeeld: breekbouten en klinknagels).
2. Vergelijking van de onderdelen die vervangen worden bij storingen met de onderdelen die de gebruikers zelf in voorraad houden geeft een indicatie dat
 - er veel meer in voorraad genomen is dan nodig voor de storingen (een deel van die voorraad zal gebruikt zijn voor preventief onderhoud);
 - sommige voorraadartikelen zelfs helemaal niet bij storingen voorkomen, terwijl sommige veel voorkomende storingen niet gedekt worden door onderdelen.

Blijkbaar is het reeds op gebruikersniveau al moeilijk om de voorraad op de behoefte af te stemmen.

3. Opvallend is de korte gebruiksduur van de rooier, nl. ca. 2 weken per jaar;
4. De gegevens hadden betrekking op het rooiseizoen 1975, in welk jaar de rooiomstandigheden gunstig waren. Voorzover er storingen waren, was het oponthoud zelden kritisch met betrekking tot de oogst.
5. Hoewel het onderhoud maar voor ca. 10 % voor het seizoen plaatsvindt, is er toch een piek in de aankoop van onderdelen vlak voor en tijdens het seizoen. Op dit punt zouden de dealers dus ontlast kunnen worden, wanneer de gebruikers eerder de slijtende en onderhouds-delen aankopen. Wellicht is uitbreiding en intensivering van het preventief onderhoud ook mogelijk, waardoor dealers nog meer hun omzet naar voren, buiten het seizoen kunnen trekken.
6. Verstrekkende konklusies kunnen uit deze enquête niet getrokken worden, daarvoor is de respons te gering en het object (deze aardappelrooier) te specifiek. De uitkomst dat 90 % van de gebruikers preventief onderhoud pleegt strookt ook niet met de ervaringen van landbouwmechanisatie bedrijven. Aangenomen dat die diskrepantie bestaat, zou daarvoor als verklaring aangegeven kunnen worden:
 - een vooringenomenheid in de respons: de meer voor onderhoud gemotiveerde gebruikers zijn ook meer geneigd om mee te werken aan de enquête. Er kwamen veel reacties over konstruktieve verbeteringen aan het werktuig, hetgeen erop wijst dat de betreffende personen

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED
LANDEBOUWMECHANISATIE NA 1960

intensieve belangstelling voor hun machine hebben.

- de incidenten rondom onderdelenleveranties akkumuleren bij de dealers en importeurs, zodat hun visie op de gebruikers meer bepaald wordt door de probleemgevallen dan door de gebruikers bij wie alles probleemloos verloopt.
- De enquête reikte niet zover dat ook dealers gevraagd werd naar hun indruk omtrent onderhoudsgewoonten van hun gebruikers; zodoende kan niet gekonstateerd worden of de onderdelenvoorziening van de aardappelrooier bij dealers en importeur een representatief deel van de totale problematiek uitmaakt.

1.2.6 Mechanisatie landbouwprojekt in ontwikkelingsland

Korst [1973] geeft enige richtlijnen voor de ontwikkeling van een systematische onderdelenbevoorrading voor een groot landbouwprojekt in Syrië. In zo'n projekt is de samenhang tussen werktuiggebruik, werktuigonderhoud en voorraadplanning nog redelijk aanwezig. Hij noemt een groot aantal factoren die van invloed zijn op het onderdelenverbruik, zoals

- klimaat, bodem, seizoen;
- bekwaamheid van de bestuurder;
- aard van het werktuig;
- slijtagekarakteristiek van het onderdeel.

Daarnaast noemt hij als invloedsfactoren voor de bevoorrading:

- onmisbaarheid van het onderdeel;
- servicemogelijkheden van leveranciers.

Zodoende komt hij tot een indeling :

- I Onderdelen met hoge turnover (fastmovers).
 - a. standaard onderdelen;
 - b. specifieke onderdelen.
- II Onderdelen met lage turnover (slowmovers).
 - a. essentiële onderdelen;
 - b. niet-essentiële onderdelen;
- III Onderdelen met zeer lage afname (dead stock).

In navolging van Eichler, Massey Ferguson (1971) en United Nations Report (1969/70), geeft hij een schattingsmethode voor het verbruik op grond van RTF (estimated Replacement Turnover Factor) per levensduur van een werktuig (zie bijlage F).

RTF * (aantal werktuigen) levert een theoretische schatting van het verbruik.

In de navolgende onderzoeken is gebleken dat dit principe overal verlaten is:

- a. omdat het maken van de schattingen voor duizenden onderdelen van de RTF's onbetrouwbaar "natte-vinger-werk" wordt;
- b. omdat de analogieën met andere landen of met voorgaande types te vaak niet opgaan;
- c. vanwege de vele technische modifikaties.

Voor het magazijnbeheer geeft hij een schema van werkzaamheden zoals die

ACHTERGRONDEN VAN HET WERKGEBIED LANDBOUWMECHANISATIE NA 1960

zouden moeten verlopen, onder andere hoe met een kaartsysteem de afname-snelheid, veiligheidsvoorraad, bestelhoeveelheid, economische voorraad en bestelmoment formeel bepaald moeten worden.

Over de complexiteit hiervan zegt hij: "...Hoe meer factoren men in het model betreft, des te gekompliceerder het wordt; zonder de hulp van een computer zal men dan snel in het rekenwerk verstrikt raken". Een motief om het model simpel te houden is: "... dat de nauwkeurigheid sterk degressief toeneemt met de complexiteit van het model".

Evaluatie.

Veel van de door Korst genoemde formele regels, bedoeld voor handmatige administratie, zijn terug te vinden in tegenwoordige computersystemen. De onderdelenvoorziening in grote projecten verschilt qua omvang, voorspelbaarheid en structuur wezenlijk van die in een open regio in een vrije markt. Dit geldt ook voor andere bedrijfstakken, bijvoorbeeld productie-ondernemingen, waar voorraadproblemen een rol spelen. Ook is de situatie in een geïndustrialiseerd land als Nederland temidden van andere industrielanden wezenlijk anders dan in ontwikkelingslanden waar vrijwel geen infrastructuur aanwezig is.

Desniettemin zijn in alle situaties in wezen dezelfde principes van voorraadbeheer van toepassing. Het vergt daarom steeds voor iedere situatie op de praktijk gericht onderzoek om na te gaan in welke mate van verfijning technieken toegepast kunnen worden.

Melese zegt in dit verband: "... toute la probleme est jusqueument de doser habilement la complexite des methodes avec la simplicite des solutions ...". Er zijn namelijk reeds veel theoretische modellen voor uiteenlopende situaties ontwikkeld, waar soms bruikbare elementen in zitten voor een bepaalde probleemsituatie.

Zie voor onderdelen problematiek in ontwikkelingslanden Hst.8.

HOOFDSTUK 2

ONDERDELENVOORZIENING ALS MAATSCHAPPELIJK PROBLEEM

2.1 EERSTE AANZET

Omstreeks 1975 werd door enige importeurs van landbouwwerktuigen in de Stichting Mechanisatie Centrum uiting gegeven aan hun bezorgdheid omtrent de remmende invloed die de onderdelenvoorziening zou kunnen hebben op de ontwikkeling van de landbouwmecanisatie. De ontwikkeling van schaalvergroting bij de landbouwwerktuigen bracht een verscherping van het onderdelenprobleem met zich mee: de dure machines, met hoge kosten van stilstand vereisen een snelle beschikbaarheid van onderdelen, liefst direct uit voorraad. Door het geringe verkochte aantal per type zal van vele onderdelen het totale verbruik gering zijn, waardoor de voorraadaanvullingen grotendeels schattenderwijs zullen plaatsvinden.

De vakgroep Landbouwtechniek onderkende dit probleem en besloot het aan te pakken als onderzoekproject. Men zocht daarvoor medewerking bij de leden van de VIMPOLTU (Vereniging van IMPorteurs van Land- en TUinbouwwerktuigen) met de bedoeling bij die bedrijven de problematiek van de onderdelenvoorziening te inventariseren en te analyseren teneinde mogelijkerwijs met aanbevelingen of oplossingen te komen.

Daartoe werd een werkgroep opgericht, waarin vijf geïnteresseerde importeursbedrijven en de vakgroep Landbouwtechniek verenigd waren.

De probleemstelling van deze werkgroep was ongeveer als volgt geformuleerd:

"Ondanks de inschakeling van moderne computers in het voorraadbeheer zijn geen merkbare verbeteringen opgetreden in de kwaliteit van de serviceverlening met onderdelen, noch in de overbevoorrading met onderdelen".

Hierin werden dus enkele elementen aangegeven:

- De onderdelenvoorziening wordt als een intern probleem ervaren;
 - Men heeft op grond van hooggestemde verwachtingen computers aangeschaft ("wondermiddel");
 - Het blijkt moeilijk om deze ten nutte aan te wenden om het voorraadprobleem te verminderen;
 - Men signaleert de symptomen: tekorten naast overschotten;
- (Notulen vergadering Stichting Mechanisatie Centrum 1975).

In deze werkgroep werd onder andere de opvatting geuit dat voorraden in de eerste plaats de verantwoordelijkheid en ook het probleem zijn van importeurs en fabrikanten en dat wederverkopers hier slechts op beperkte schaal mee te maken hebben. Aangezien de LMB's niet in deze groep vertegenwoordigd waren, werd het voorraadprobleem bij deze groep onderschat. De voorzienende

ONDERDELENVOORZIENING ALS MAATSCHAPPELIJK PROBLEEM EERSTE AANZET

taak door de importeurs blijkt belemmerd te worden door het voorraadprobleem bij de LMB's, wat op zijn beurt weer een voorraadprobleem bij de importeurs veroorzaakt.

Tevens werden suggesties gedaan in de richting van vermoede oplossingen, zoals aanpak van het onderhoud, onderzoek naar onderhoudbaarheid en storingskansen van landbouwwerktuigen, ruildelenorganisatie, scholing van gebruikers en toepassing van computers.

Hoewel enkele leden voorstelden om een begeleidingskommissie in te stellen die tevens voor een verspreiding van de resultaten zou zorgen, werd het zinvoller geacht de begeleiding in de gebruikelijke relatie vakgroep - medewerker - doktoraalstudent te laten plaatsvinden. Dit leidde evenwel tot een versnippering van kennis en continuïteit in het zoeken naar probleem-gerichte oplossingen. Het was niet haalbaar om in afzonderlijke afstudeeropdrachten voldoende theorievorming op te bouwen, te experimenteren met alternatieven en vervolgens een uitwerking voor de praktijk te ontwerpen. De daarvoor vereiste achtergrondkennis van organisatiestructuur, automatisering, administratieve en financiële procedures etc. bleek te omvangrijk. Daarbij waren de participerende bedrijven te uiteenlopend om eenduidige oplossingen aan te dragen.

Overwegingen van deze aard hebben ertoe geleid dat de vakgroep Landbouwtechniek samen met de vakgroep Wiskunde het onderzoek naar het nivo van promotie-onderzoek hebben gebracht, zodat op basis van continuïteit meer diepgang bereikt zou kunnen worden.

2.2 ONDERZOEKEN, VOORAFGAAND AAN PROMOTIEONDERZOEK.

Voor de start van het promotie-onderzoek hadden al enkele vooronderzoeken plaatsgevonden, waarmee de grote lijnen reeds min of meer afgetast waren. In het kort zal hier een overzicht gegeven worden van de diverse deelonderzoeken, hoe die in het grotere geheel passen en waar ze verder behandeld worden.

Door de onderzoeken van Korst [1973] en Mijs [1976] (zie Hst. 1.2.5.) werd duidelijk dat de onderdelenvoorziening veelvormiger is dan wat op gebruikersnivo een technisch probleem lijkt. De vakgroep Landbouwtechniek bleek in staat een bijdrage te leveren aan de wetenschappelijke onderbouwing van het probleem.

In 1976 voerden Ritter en Van der Schee een inventariserend onderzoek uit bij een vijftal importeurs (zie Hst.1.2.3). Daaruit kwam naar voren dat de automatisering een steeds belangrijker rol zou gaan spelen in het voorraadbeheer. Daarop volgende onderzoeken hebben hier op ingespeeld door te zoeken naar elementen uit de voorraadtheorie die met behulp van de computer toegepast kunnen worden.

Ritter [1976] heeft een verdelingsfunctie voor de vraag uitgewerkt, waarmee bestelnivo's berekend kunnen worden (zie Hst.3.5.).

Van der Schee [1977] heeft speciaal voor de grote groep langzaamlopende artikelen nagegaan of geautomatiseerde inkoopbeslissingen betere resultaten opleveren dan die met beoordeling op het oog (zie Hst.3.5.).

Veldhuis [1978] heeft op fabrieksnivo de organisatorische kant van de onderdelendistributie onderzocht en kwam tot de aanbeveling de nationale importeurs te automatiseren (zie Hst 1.2.2).

ONDERDELENVOORZIENING ALS MAATSCHAPPELIJK PROBLEEM ONDERZOEKEN, VOORAFGAAND AAN PROMOTIEONDERZOEK.

Hoft [1979] heeft in een praktijksituatie bij een importeur onderzocht wat het effect is van nuancering van de servicegraad bij geautomatiseerde inkoopbeslissing (zie Hst.3.4.). Daaruit bleek dat er wel verbeteringen haalbaar zijn, maar dat de invloed van de inkopers op het voorraadbeheer nog zo groot is, dat vooralsnog computer-toepassingen ongeschikt aan de inkopers zullen blijven.

Tijink heeft in 1979 de CBS-statistieken onderzocht om meer inzicht te krijgen in de plaats die de onderdelen-afzet in de handel in landbouwwerktuigen inneemt (zie Hst.1.2.3).

Van der Schee heeft in 1978 in aansluiting hierop een schriftelijke enquête uitgevoerd onder de LMB's met het oog op toepassingsmogelijkheden voor integraal voorraadbeheer (zie Hst 1.2.4). Vervolgens heeft hij door middel van dynamische programmering getracht de optimale voorraadverdeling tussen importeur en dealers te berekenen, hetgeen vanwege de complexiteit van het model en ontoereikende computerkapaciteit niet tot bruikbare resultaten geleid heeft.

Overige deel-onderzoeken van 1980 tot 1983

Hierna zijn nog een aantal deelonderzoeken door studenten verricht (Vulink, Wolf, Schulte, Oortman Gerlings, Mies, Kapitein, Van Osta), welke in zoverre verschilden van de vorige dat de resultaten ingepast konden worden in het inmiddels (1980) aangevangen promotie-onderzoek. De resultaten zullen verder behandeld worden daar waar het desbetreffende onderwerp aan de orde komt.

2.3 PROBLEEMSTELLING

De doelstelling voor het onderzoek luidde:

De verbetering van distributie en opslag van onderdelen van landbouwwerktuigen in het traject van fabrikant tot gebruiker in termen van benuttingsgraad van voorraden, servicegraad naar de afnemer, kosten en voorkomen van verspilling.

Zoals uit Hst1 al naar voren is gekomen, richt het onderzoek zich op de volgende aspecten:

1. Te onderzoeken waar de structurele en operationele knelpunten in de onderdelendistributie zitten op importeurs-, dealer- en gebruikersnivo.
2. Aangeven welke elementen uit de theorie van het voorraadbeheer bruikbaar zijn voor importeurs en voor LMB's.
3. Analyseren welke mogelijkheden voor integraal voorraadbeheer bij importeurs en dealers aanwezig zijn.

Voor het onderzoek naar het onderdelenbeheer op importeursnivo is twee jaar gewerkt bij een importeur van landbouwwerktuigen, trekkers en automobielen. De belangrijkste bevindingen en resultaten daarvan zijn beschreven in Hst.3.1., 3.2., 3.3., 3.4. en 5. Aangezien voor de in Hst.3. beschreven processen gebruik gemaakt wordt van de voorraadtheorie, worden in Hst.3.2., 3.3., 3.4. de principes met betrekking tot optimalisering en sturing behandeld, terwijl in Hst.3.5. de meer fundamentele deelonderzoeken naar

ONDERDELENVOORZIENING ALS MAATSCHAPPELIJK PROBLEEM PROBLEEMSTELLING

voorspelmethoden en verdelingsfuncties behandeld worden.

Door deze benadering volgt de theoretische behandeling van elementen uit de voorraadtheorie de operationele probleemstelling, welke in veel opzichten niet parallel loopt met die in hand- en leerboeken. De lezer wordt daarom geacht over een zekere basiskennis van voorraadbeheer, waarschijnlijkheidsrekening en tijdreeksanalyse te beschikken.

Een goede inleiding geven Tersine [1982] en Thomopoulos [1980]; meer gevorderden kunnen zich richten op Wagner [1972], Peterson & Silver [1977] of Hadley & Whitin [1963].

HOOFDSTUK 3

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO

3.1 TOESTAND BIJ DE IMPORTEUR

3.1.1 Inleiding

In het begin van dit onderzoek heeft de onderzoeker zelf een tijd lang bij Importeur-X gewerkt om achter de schermen van de automatisering te kunnen kijken (zie inleiding hst 2). Het bedrijf bestond uit twee vestigingen (V1 en V2), een voor personenwagens en een voor bedrijfswagens, trekkers en landbouwwerktuigen. De voorraadadministraties van beide vestigingen werden verwerkt in het rekencentrum (R.C.), dat met staf en apparatuur in vestiging-1 (V1) gevestigd was.

Dit rekencentrum ressorteerde als stafafdeling onder de financiële directie van het concern. Het Centraal onderdelen Magazijn (C.M.) voor de personenwagens viel eveneens onder de invloedssfeer van de financieel directeur. Deze situatie was historisch zo gegroeid, omdat de automatisering van het onderdelenvoorraadbeheer begonnen was bij de personenwagens. Het aantal administratieve handelingen is daar tamelijk groot en de financiële draagkracht voor een eigen rekencentrum voldoende.

In de loop der jaren heeft men een omvangrijk voorraadadministratiesysteem (V.A.S.) opgebouwd voor de onderdelen, waarmee alle fasen van de goederenbeweging vastgelegd kunnen worden. Aangezien de financiële draagkracht van V2 niet zo groot was om een eigen systeem te ontwikkelen, heeft men besloten het voorraadadministratiesysteem van de personenwagens ook in V2 te gaan hanteren, waarbij het Reken-Centrum in V1 bleef.

In overleg met de financiële directie werd de onderzoeker ingedeeld bij de analisten-staf van het Rekencentrum. De bedoeling was om vanuit deze positie de werking van het onderdelen-inkoopstelsel op programmanivo te leren kennen ten einde aan te kunnen geven waar en hoe verbeteringen aangebracht konden worden. Daarnaast bestond de mogelijkheid om zelf analyseprogramma's te maken in aansluiting op de bestaande gegevens en bewerkingen.

De analyse van het bestaande voorraadbeheersysteem aan de hand van de werking van programma's stuitte evenwel op een aantal problemen:

- de dokumentatie was opgezet voor programmeringsdoeleinden, bestaande uit afzonderlijke programma-ontwerpen, zodat het moeilijk was om inzicht in de samenhang van de vele programma's en systemen te verkrijgen;
- vaak was de kennis van de oorspronkelijke ontwerpers van de programma's nodig om de samenhang tussen programma's en de achtergronden ervan te

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO TOESTAND BIJ DE IMPORTEUR

- doorgronden;
- uit een programma kunnen alle keuzen en bewerkingsstappen gehaald worden, maar niet de te bewerken gegevens zelf. De informatie uit bestanden, mutatieverslagen, overzichten etcetera komen namelijk niet op het Rekencentrum terecht, maar gaan direkt naar de afdelingen. Wanneer men niet precies weet welke gegevens in het programma binnenkomen, is verdere bestudering op een gegeven moment niet meer mogelijk. Met name heeft dat betrekking op de tientallen stuurcodes die gebruikt worden, waarvan de waarde een betekenis heeft voor de wijze van verwerken van andere gegevens.

Het bleek derhalve noodzakelijk om behalve de programma-dokumentatie tevens de gegevens en de organisatie zelf te onderzoeken.

3.1.2 Probleemgebieden in de organisatie

Overzicht.

Na bestudering van de systeembeschrijvingen en gesprekken met terzake deskundige medewerkers van het bedrijf, werd een voorstel gemaakt voor het beheersbaar maken van een aantal probleemgebieden in de onderdelenstroom. Deze betroffen:

1. Overbevoorrading (vooral in V2)
2. Te late levering (probleemartikelen);
3. Het inkoopproces;
4. Afnamevoorspelling;
5. Softwareontwikkeling;
6. De integratie van 1. t/m 4.;

Problemen die specifiek in V1 golden:

7. Het samenspel tussen het C.M. en de geautomatiseerde dealer-administratie (zie het 5).

Verhouding voorraadwaarde - omzet.

Om een indruk te geven van verbruikssnelheid van de voorraden, volgen hier enkele kengetallen voor de voorraad van vestiging-2 (V2) (jaar 1979):

Aantal artikelen (ca.)	100.000
Totale voorraadwaarde	F 33 mln
Omzet (ca.)	F 20 mln
Voorraad-turnover 1)	0,61
Voor landbouwwerktuigen en trekkers zijn deze bedragen:	
Aantal onderdelen (ca.)	24.000
Totale voorraadwaarde	F 6,5 mln
Omzet	F 4,1 mln
Voorraad-turnover	0,63

1) voorraad-turnover: (verkoop per jaar in guldens) / (gemiddelde voorraadwaarde per jaar in guldens)

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO TOESTAND BIJ DE IMPORTEUR

Ter vergelijking de omzet/voorraad verhoudingen van de overige afdelingen van Vestiging-2:

Gehele vestiging 2:	0,61
Landbouwwerktuigen & trekkers:	0,63
Landbouw inclusief ruildelen	0,80
Ruildelen algemeen	2,57
Bedrijfswagens	0,45
Grondverzet (kranen)	0,19
Vorkheftrucks	0,30
Scheepsmotoren	0,31
Laadschoppen wegenbouw	0,83

Bovenstaande cijfers zijn echter gemiddelden over vele artikelen, waarbij ca. 90 % van de omzet door ca. 10 % van de artikelen gemaakt wordt, ca. 15 % van de artikelen de overige 10 % maakt en ca. 75 % praktisch geen omzet vertoont.

De winstmarge op onderdelen is zodanig dat een onderdeel dat binnen een jaar verkocht wordt rendabel is, bij een langer verblijf in het magazijn wordt de marge sterk aangetast door de kosten. De financiële directie was daarom vooral bezorgd over de omvang van de inkoerante voorraden, die langer dan een jaar niet verkocht waren. Gezien de enorme omvang daarvan sprak men van overbevoorrading van het onderdelenmagazijn van V2.

Aangezien de overbevoorrading in alle categorieën van V2 voorkomt, moeten oplossingen bij voorkeur ook voor alle categorieën toepasbaar zijn.

Oorzaken van inkoerantvorming.

Voor inkoerantvorming zijn hoofdzakelijk drie elementen aan te wijzen:

- de wens of noodzaak om als importeur ieder denkbaar onderdeel te allen tijde te kunnen leveren;
- het geringe aantal werktuigen, trekkers, bedrijfswagens etc. dat per type verkocht wordt (enkele uitzonderingen daargelaten);
- de levertijd van de hoofdleverancier, die zo lang is, dat zelfs spoedorders met maximale inspanning niet op tijd kunnen komen om noodgevallen op te lossen.

Aangezien uitverkopen van inkoerante voorraden meestal niet meer mogelijk is, is verschromting meestal de enige manier om het probleem te elimineren. Maatregelen om het risico van inkoerantvorming in de toekomst zoveel mogelijk te beperken liggen op de volgende gebieden:

1. Marketing: verkoop meer werktuigen van het zelfde type, teneinde minder onderdelen met meer verbruik in voorraad te krijgen;
2. Beïnvloeden gewoontes van gebruikers:
 - preventief onderhoud stimuleren,
 - beter voorraadbeheer bij afzetpunten stimuleren,
 - storende effecten van eerste bevoorrading beperken.
3. Informatie vanuit de afzetpunten:
 - Op de hoogte blijven van voorraden aldaar;

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO TOESTAND BIJ DE IMPORTEUR

4. Interne bewaking:
Levertijden,
Servicegraad.

Probleemartikelen.

Onder probleemartikelen worden verstaan artikelen die volgens de berekening al binnen hadden moeten zijn en waar inmiddels tekorten van zijn of dreigen te ontstaan. Hiervan werd een zgn. rappellijst opgesteld uit het goederen-in-bestelling bestand met behulp van de besteldatum en de standaard levertijd. Deze lijst, die op kon lopen tot 2.000 artikelen, was een bron van voortdurende zorg.

De oorzaak hiervan was gemakkelijk te achterhalen: per leverancier werd een vaste levertijd-parameter ingesteld, waarmee het bestelnivo voor alle artikelen van die leverancier bepaald werd, terwijl de werkelijke levertijden sterk afweken van deze waarde.

De voorgestelde oplossing lag daarom bij het registreren en instellen van levertijden per artikel (zie Hst.3.3.).

Het inkoop-proces

Het bepalen van een inkoop was in hoofdzaak een tamelijk ambachtelijke bezigheid. Er werd een besteladvieslijst geproduceerd door de computer op basis van het signaleringsnivo en de aanwezige voorraad. Bij ieder gesignaleerd artikel werd nog extra informatie afgedrukt met betrekking tot artikel-eigenschappen, voorraad- en leveringsgegevens en afnamecijfers. Op grond van deze gegevens brachten de inkopers wijzigingen aan in de geadviseerde bestellingen (zie bijlage , voorbeeld besteladvies V1).

Dit was echter een tijdrovende bezigheid, vooral omdat men bij V2 ruim twee jaar afnamecijfers en in totaal drie regels informatie per artikel moest interpreteren. Het doornemen van een besteladvieslijst kostte daarmee meer dan een week tijd, hetgeen er toe geleid heeft dat men de lijst eens per twee weken liet verschijnen. Een groot deel van de besteladviezen bij V2 bestond echter uit signaleringen die telkens weer terugkomen wanneer de inkoop uitgesteld wordt. Waarschijnlijk kwam dit, omdat de signaleringsnivo's bewust hoog ingesteld werden. Een te vroege signalering is nog wel terug te draaien, een te late signalering levert werkelijk problemen.

Een manier om na een signalering een wachttijd voor de volgende signalering mee te geven was nog niet uitgewerkt.

De oorzaken van dit tijdrovende inkoopproces kunnen gezocht worden in:

- het ontbreken van een voldoende betrouwbare automatisering van de inkoopbeslissing;
- de grilligheid in zowel de afname als de toelevering, waardoor men zoveel mogelijk achtergrondinformatie bij de inkoopbeslissing wil laten meespelen.

Als oplossingen zijn voorgesteld:

- volledige afhandeling van de inkoopbeslissing op beeldscherm (dit scheelt bijvoorbeeld de fase van het uitprinten en het verponsen van de mutaties);
- mogelijkheid tot simulatie van de gevolgen van een inkoopbeslissing op het beeldscherm met een grafische weergave (een grafiek is sneller af te lezen

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO TOESTAND BIJ DE IMPORTEUR

- dan rijen cijfers); dit systeem is ook bekend als 'decision support system';
- het uitstellen van een signalering met een geadviseerde wachttijd;
 - introduceren van een signaleringsnivo van -1 (alleen bestellen indien er vraag naar is)
 - in een later stadium de dealervoorraden erbij betrekken.

Afnamevoorspelling.

De afnamevoorspelling vond plaats volgens zeer eenvoudige berekeningen:

1. voor sporadische afnamen (verwachte afname ≤ 1 per jaar):

$D(t)$ = verkoopcijfers van dit jaar
 $D(t-1)$ = afnamecijfers van vorig jaar
 $D(t-2)$ = afnamecijfers van twee jaar terug
 $T(lv)$ = datum-laatste-verkoop;

Deze konden op het oog beoordeeld worden, waarna het signaleringsnivo op 0 of 1 ingesteld werd.

2. voor de laag-nivo afnamen (verwachte afname ≤ 5 per jaar):

$\varepsilon(X(m+1)) = 1/12 * (D(t-1) * (12-m) + D(t) * m)$
 X = maandafname, m = nummer van lopende maand;

3. voor afnamen boven ca. 10 stuks per jaar werd een eenvoudige exponentiele effening toegepast volgens:

$\varepsilon(X(m+1)) = \alpha * X(m) + (1 - \alpha) * \varepsilon(X(m))$,
met $\alpha = 0,1$ = effeningsparameter

Er werd geen spreiding van de afname berekend.

Er was een bestelsysteem aanwezig voor de personenwagen-branche, het IBM-IMPACT, maar dat werd niet gebruikt voor V2. In het verleden is dat wel geprobeerd, maar de resulterende verhoudingen spreiding/gemiddelde waren zo groot, dat het merendeel van de artikelen door het systeem zelf als exceptioneel bestempeld werd. Ook de seizoen-berekening met IMPACT leverde geen bruikbaar resultaat, omdat het systeem bij slechts ca. 50 artikelen een seizoenpatroon kon herkennen.

Een belemmering voor de ontwikkeling van vraagvoorspelling was de vastlegging en het terughalen van historische afnamecijfers. Er werden maand-tapes bewaard van alle verkoopregels; echter het bij elkaar sorteren, elimineren van overvloedige informatie en samenstellen van een zinnig historische-afnamen-record was geen standaard procedure.

Door de onderzoeker werd een dergelijk historie-bestand samengesteld en overzichtelijk uitgeprint voor alle landbouw-onderdelen. De presentatie daarvan aan de praktijkmensen viel in goede aarde: een overzichtelijke rij afnamecijfers stelde hen in staat om in een oogopslag het gedrag van een onderdeel te karakteriseren en een bestelling in te schatten.

Oorzaken voor de laag ontwikkelde afnamevoorspelling waren:

- de zeer geringe afname van het gros der artikelen, waar geen goede modellen voor bestaan;
- het ontbreken van vlot beschikbare historische afnamecijfers (administratief probleem), hetgeen een voorwaarde is voor een verbeterde voor-

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO TOESTAND BIJ DE IMPORTEUR

- spelling van de afnamen (berekenningsprobleem);
- de inefficiëntie in de opslag van afnamegegevens, waarbij voor slowmovers zeer veel nullen vastgelegd worden.

Voorgestelde oplossingen:

- betere vastlegging van afnamegegevens op een efficiënte wijze;
- permanente beschikbaarheid van dit cijfermateriaal;
- koppelen van de afnamecijfers aan een kansberekening ter bepaling van het bestelnivo;
- koppelen van de afnamecijfers aan het afhandelen van besteladviezen op beeldscherm.
- optimalisering van het I.V.V.-systeem (Inkoop-, Voorraad-, Verkoop-) op basis van servicegraaddoelstellingen (zie Hst.3.6.).

Software-ontwikkeling

De modernisering van het voorraadbeheer heeft bij diverse importeurs vertraging opgelopen in de ontwikkelingsfase van de automatisering of in de vernieuwingsfase, waarin men optimalisering wil toepassen. Vanuit de bevindingen bij importeur X en enkele auteurs wordt hier beknopt ingegaan op de effecten van automatiseringsproblematiek in het algemeen.

Voor het beheer van omvangrijke goederenstromen in technische handelsfirma's zoals importeur X is automatisering onontbeerlijk geworden. Dat heeft er toe geleid dat ook het voorraadbeheer steeds meer afhankelijk geworden is van het vermogen van de softwarespecialisten om nieuwe toepassingen te ontwikkelen. Tegengesteld hieraan loopt de snelle ontwikkeling van hardware die steeds goedkoper, sneller en krachtiger is geworden. Bedrijven als importeur X, die vanaf omstreeks het eind van de jaren zestig hun gegevensverwerking geheel zijn gaan automatiseren dreigen nu in een impasse te geraken doordat de evolutie van het bedrijf en van de computers de toen ontwikkelde software in snel tempo hebben doen verouderen, waardoor zij nu gedwongen worden om tegelijkertijd oude systemen aan te passen en nieuwe systemen te ontwikkelen.

Tolsma [1982] beschrijft enkele symptomen van deze kritieke fase, waarin hij enerzijds aangeeft dat de programmeer-methoden uit de beginfase niet meer toereikend zijn voor de complexe taak van vernieuwing, anderzijds wijst op een dreigende crisis tussen automatiseringsstaf en de gebruikers van de softwaretoepassingen in het bedrijf.

De ontoereikende middelen betreffen onder andere:

- de onvoldoende wiskundige onderbouwing van het programmeursvak;
- de "klassieke" programmeertalen als Assembler en Cobol, die het nadeel hebben dat bij toenemende complexiteit van de programma's de benodigde tijd voor uittesten en fouten opsporen exponentieel toeneemt;
- de individuele "trial-and-error" benadering van het programmeren;
- de gevoeligheid van applicatie-software voor veranderingen in de hardware en systeemprogrammatuur.

De dreigende tegenstelling tussen automatiseringsstaf en gebruikers komt tot uiting in het volgende:

- de lange wachttijden voor wijzigingen en nieuwe toepassingen werken demotiverend op de inventiviteit van de gebruikers: tegen de tijd dat hun voorstellen uitgevoerd zijn is het probleem al weer veranderd, opgelost of

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO TOESTAND BIJ DE IMPORTEUR

vergeten;

- een vernieuwend totaalconcept voor bijvoorbeeld het onderdelenbeheer komt niet van de grond omdat de automatiseringsdeskundigen vinden dat de opdrachtgevende gebruikers hun wensen niet duidelijk en samenhangend formuleren, ofwel te hoge eisen stellen. De gebruikers overzien vaak niet alle uitzonderingssituaties omdat zij in meer globale termen denken dan de gedetailleerde analyse die de programmering vereist, met als gevolg dat de programmeurs ontbrekende elementen zelf gaan invullen.

Deze gespannen verhouding kan zich uitstrekken naar het management wanneer uitvoeringsproblemen er toe leiden dat automatiseringsprojecten herhaaldelijk qua tijd en budget uit de hand lopen.

Er zijn op diverse terreinen pogingen ondernomen om het flessehalseffekt van de software-ontwikkeling te doorbreken:

organisatorisch door uitbesteding, decentralisatie, het instellen van een intermediair-functie, opleiding en training;
technisch door standaardisering, schematisering, automatisering van het programmeringsproces.

- Het in eigen beheer ontwikkelen maakt steeds meer plaats voor uitbesteden aan computerleveranciers en/of softwarehuizen, wat in wezen neer komt op een "make-or-buy" keuze. De hogere uurtarieven worden daarbij afgewogen tegen:
 - . het ter beschikking hebben van gespecialiseerd personeel,
 - . de mogelijkheid om complete pakketten als uitgangsmateriaal te gebruiken,
 - . beperkte investering in ontwikkeling,
 - . risico voor overschrijding van budget en opleveringstermijn wordt voor een groot deel bij de leverancier gelegd.
- Een andere ontwikkeling is decentralisatie; Pietersen [1980] beschrijft de ontwikkelingsgang van volledig centrale verwerking voor alle deeladministraties naar decentrale verwerking op de afdelingen (voor afdelingen kunnen ook filialen ingevuld worden). Als tussenvorm kunnen afdelingen verbonden zijn met beeldschermen aan de centrale computer, welke in een verder stadium vervangen worden door microcomputers, die grotendeels autonoom werken, maar voor de stambestanden het centrale systeem raadplegen.
- Een belangrijk aspect bij de eerste introductie van geautomatiseerde gegevensverwerking is de begripsvorming bij de medewerkers door voorbereiding en training. Voor veel mensen is het overschakelen van het tastbare kaartstelsel naar een abstrakte computer nog een onbegrijpelijk fenomeen. Uit dien hoofde is het raadzaam om in eerste instantie te starten met een eenvoudig rompsysteem, waarmee men vertrouwd kan raken, om in een vervolgfase meer geavanceerde technieken te introduceren.
- Door uitbesteding of decentralisatie wordt het probleem van de communicatie en systeemdefinitie nochtans niet opgelost. De importeur moet daarom tenminste een deskundige in dienst hebben die de gebruikerswensen naar de begrippenwereld van de programmeurs kan vertalen en vice versa. Deze intermediairfunctie is tevens nodig voor de voortgangskontrolle en de begeleiding van de introductie.
- Diverse methoden en hulpmiddelen zijn ontwikkeld met het doel de programmeertaak betrouwbaarder te maken en te versnellen. In dit verband moet gelet worden op:
 - . betere programmeertalen en methoden van gestructureerd programmeren;

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO TOESTAND BIJ DE IMPORTEUR

- . standaardmodules voor vaak voorkomende functies en programmadelen (programmatheek);
 - . automatisering van de programmeertaak (softwaregeneratoren);
 - . database-strukturen voor gegevensopslag, waardoor een veelheid van gegevenskombinaties verkregen kan worden zonder redundante opslag.
- De genoemde technieken kunnen slechts dan verbetering brengen wanneer de overige kondities (definitie, kommunikatie, koordinatie, acceptatie) vervuld zijn.

Ten aanzien van de uitbesteding aan softwareburo's kan gesteld worden dat deze zich afwachtend opstellen. Meestal maken zij toepassingen op specificaties van klanten, maar aangezien die meestal zelf onvoldoende kennis bezitten om stochastische modellen te specificeren, worden de meeste voorraadsystemen gebouwd voor handmatige instelling van bestelmoment en bestelhoeveelheid. Evenmin blijkt er sprake te zijn van een ruim aanbod van softwaremodules op dit gebied (zie Hst.3.5.1.).

Er bestaat een wisselwerking tussen deze facetten en de ontwikkeling van het onderdelenbeheer. Zo is het van belang om in de systeemdefinitie-fase reeds de basis te leggen voor optimaliseringstoepassingen, maar dit vereist een kennis van de optimaliseringstechnieken die bij de analisten normaliter niet aanwezig is. Aankoop van software die gericht is op optimalisering van het voorraadbeheer, is vaak duur en vereist toch een grondige kennis van de principes waarop het systeem ontworpen is. De eerder genoemde intermediair-functie zou hier een oplossing voor kunnen bieden.

3.2 ONDERZOEK IN OPERATIONELE OMGEVING

3.2.1 Inleiding

Met importeur X werd overeengekomen dat er onderzoek verricht zou worden naar mogelijke verbeteringen in het bestelsysteem. Dit onderzoek zou de volgende stappen moeten doorlopen:

1. Analyseren huidige wijze van bestellen.
2. Formuleren van alternatieven.
3. Toetsen van alternatieven.
4. Richtlijnen geven voor implementatie.

Het inzicht in het functioneren van het voorraadstelsel dat hierdoor is verkregen wordt in de volgende paragrafen verder uiteengezet.

3.2.2 Huidige wijze van bestellen

Ter ondersteuning van de inkoop-beslissing door de inkopers wordt door de computer een besteladvies voorbereid. Bij de berekening daarvan spelen mee:

1. De artikelgroepering.
2. De bepaling van de afnamesnelheid.
3. De bepaling van de levertijd.
4. De bepaling van de veiligheidsvoorraad.
5. De bepaling van de bestelhoeveelheid.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ONDERZOEK IN OPERATIONELE OMGEVING

De wijze van bepalen van een besteladvies blijkt afhankelijk te zijn van de artikelgroepering. Er worden ca. 9 hoofdgroepen en ca. 22 subgroepen onderscheiden. Uit de systeembeschrijving was evenwel niet te bepalen hoe groot die groepen waren en hoe frekwent die in de bestellingen voorkwamen. Daarvoor zou een getalsmatige analyse van de gegevens nodig zijn.

ad 2. De afnamesnelheid voor het handjevol snellopers werd bepaald met exponentiele effening; voor de middengroep op basis van een gewogen gemiddelde van verkopen-vorig-jaar en verkopen-dit-jaar; voor de massa van zeer langzaamlopende artikelen werd alleen naar de jaar-verkoopcijfers van de afgelopen 2 a 3 jaar gekeken, die varieerden tussen ca. 0 en 5 stuks.

ad 3. Voor de levertijd werd een vast aantal weken per leverancier genomen.

ad 4. Berekening van veiligheidsvoorraden vond alleen bij de sectie personenwagens plaats.

ad 5. Voor de snellopers werd de Q-Camp (zie Hst. 3.4.) geadviseerd, afgerond naar basiseenheden van verpakking of bestel-kwantum. Voor de overige de jaarafname maal een faktor die per groep bepaald werd.

Voor zeer snel lopende artikelen kon een afroepsysteem op basis van planning gehanteerd worden.

De werkelijke bestellingen bleken in sterke mate afhankelijk te zijn van de inzichten van de inkopers, die naar hun beste inzicht wijzigingen in het besteladvies konden aanbrengen.

3.2.3 Formuleren van alternatieven

Bij het bepalen van een bestelling spelen drie bewerkingen een rol:

1. het voorspellen van de afname;
2. het optimaliseren van het bestelnivo;
3. het berekenen of optimaliseren van de bestelhoeveelheid.

Aangezien de bekende methoden nogal verschillen in complexiteit (welke niet altijd tot betere resultaten leidt) is een optimalisering van de modelkeuze nodig, waarbij tegen elkaar afgewogen moeten worden:

a. de investering in:

- het implementeren van het algoritme;
- het implementeren van de wijze van berekenen van de benodigde parameters;
- de bepaling van de benodigde parameters;
- het berekenen van het besteladvies volgens het algoritme;

b. de marginale verbetering in de kosten van het inkoop-voorraad-verkoop-systeem.

Met het oog op het toetsen van de alternatieven moeten de benodigde parameters kunnen worden afgeleid uit en opgeslagen in het bestaande administratie-systeem. Om een paar voorbeelden te noemen:

- voor een dubbele exponentiele effening (Thomopoulos [1980], model 5.3.) zijn al zeker drie parameters nodig;
- voor een adaptive-control model (Thomopoulos, 10.3) zijn zeker 10 parameters nodig.
- voor een seizoen-model is minstens drie jaar historie nodig (ca. 40 gegevens en enkele parameters).

Het bleek dat daar geen ruimte voor was in het administratiesysteem, althans niet op korte termijn.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ONDERZOEK IN OPERATIONELE OMGEVING

Bij de keuze van een voorspeller zijn de afnamesnelheid en de regelmaat in het vraagpatroon van primair belang, zodat globaal de volgende eisen gesteld kunnen worden:

- fastmovers: volgen van trend, signaleren van trendbreuk;
- seizoenartikelen: aangeven van omvang en duur van het seizoen ten opzichte van de afname buiten het seizoen; signaleren van seizoen-effekt;
- medium-movers: berekenen spreiding, signaleren trendbreuk;
- slowmovers: voorspellen van tussen-aankomst-tijden tussen opeenvolgende aanvragen; voorspellen van de ordergrootte per aanvraag.

(De aanduidingen fast, medium en slow komen globaal overeen met $D > 60$, $60 > D > 12$, $12 > D > 1$, $D = \text{jaarafname}$). Ten aanzien van deze eisen verschaft de literatuur verscheidene modellen en berekeningswijzen; voor het selecteren van een voorspeller die niet alleen praktisch is, maar ook voldoende nauwkeurig, is doorgaans een aantal experimenten onder realistisch omstandigheden vereist (zie Hst.3.6.).

Niet alleen de wijze van voorspellen maar ook het kansmodel zijn van invloed op het bestelnivo. Enkele publikaties over de gevoeligheid van voorraad-systemen voor kansmodellen deden vermoeden dat de keuze van de kansverdeling weinig invloed heeft op het totale kostenpatroon (bijv. Naddor, [1978]). Daarom is een simulatie uitgevoerd om dit effect na te gaan (zie Hst.3.5.).

3.2.4 Toetsen van alternatieven

Om twee methoden met elkaar te kunnen vergelijken moet men beschikken over grootheden die een maat zijn voor de prestaties van het systeem van inkoop-voorraad-verkoop. De grootheden die dit systeem beschrijven ("performance indicators") zijn:

- de gemiddelde voorraadhoogte,
- het aantal bestellingen,
- het aantal spoedorders,
- de gerealiseerde servicegraad.

N.B.: in een commerciële produktgroep zou hier ook de brutowinst en rendement op de voorraad bij horen, maar deze moeten hier beschouwd worden als afgeleide grootheden, er vanuit gaande dat de importeur gebonden is aan een bepaald assortiment onderdelen.

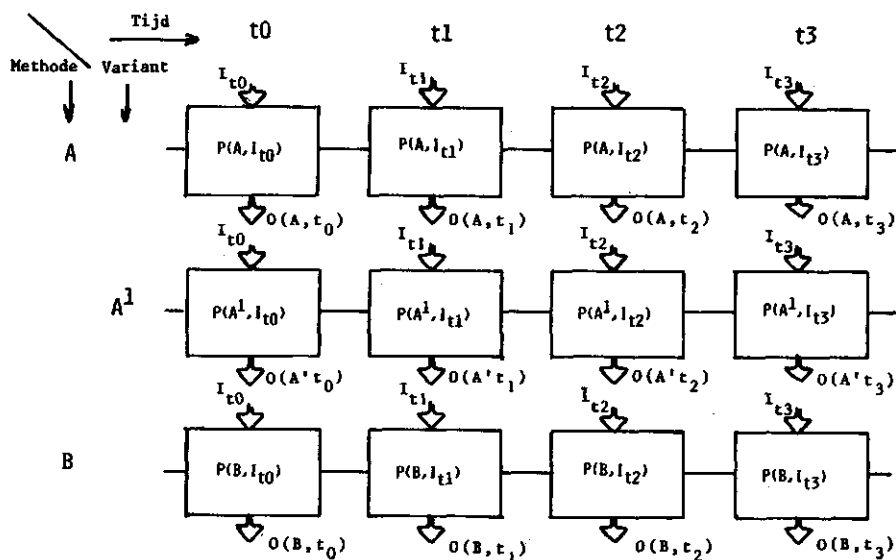
Met name de laatste grootheid, de servicegraad was niet voorhanden in het onderhavige systeem.

Daarnaast is het noodzakelijk om verschillende methoden te vergelijken in het zelfde proces, met de zelfde ingangsgrootheden. Aangezien die ingangsgrootheden uit diverse componenten bestaan, is het nodig om deze onafhankelijk te variëren, "ceteris paribus" (de overige componenten blijven ongewijzigd).

Indien men twee of meer methoden wil vergelijken, of varianten op een methode, dan moet het proces meerdere keren herhaald worden, waarbij het "ceteris paribus" betrekking heeft op de ingangsgrootheden. Daarbij treden operationele problemen op die deels onoverkomelijk zijn:

1. De duur van het experiment zou lang genoeg moeten zijn om het effect te meten, hetgeen bij langzaam lopende onderdelen jaren kan duren.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ONDERZOEK IN OPERATIONELE OMGEVING



Figuur 3.2.1. Proces afhankelijk van methoden (A, B,...), varianten (A', B', ... en de tijd (momentopnamen t_0, t_1, t_3, \dots).

Figure 3.2.1. Proces being dependant of methods (A, B, ...), variants (A', B', ...) and time (t_0, t_1, t_2, \dots)

Input: $I=f(\text{tijd})$, Proces: $P=f(\text{methode, variant, } I(t))$, output: $O=f(P, t)$
In aktueel proces is vergelijking van methoden vanwege $O(A, t_i) \neq O(B, t_{i+1})$ niet mogelijk. In simulatie kan $O(A, t_i)$ met $O(B, t_i)$ vergeleken worden.

2. Het proces is hier een lopende organisatie; deze kan niet naar willekeur opgestart worden om alternatieve methoden met dezelfde ingangsgrootheden te vergelijken.
3. Het inkoopstelsel is zo complex dat het dupliceren van alle programma's, bestanden, mutaties, overzichten, etc. een omvangrijke operatie zou worden, waarbij bijvoorbeeld in de experimentele programmatuur de doorboekingen geblokkeerd zouden moeten worden.
4. De ontvangsten en levertijden in het experiment zouden kunstmatig gegenereerd moeten worden, waardoor het "ceteris paribus" al niet meer opgaat.
5. Niet alle benodigde performance indicators waren voorhanden, met name de servicegraad- en levertijd-registratie.
6. Bij introductie van andere inkoopmethoden zal aanvankelijk de voorraad stijgen (tekorten worden snel aangevuld, teveel wordt langzaam afgebouwd), hetgeen op weerstanden zou stuiten.

Een beslissing tot zo'n onderzoek wordt doorkruist door de verwachting dat op het gebied van integraal voorraadbepaaling ook besparingen haalbaar zijn, welke echter niet met een experimenteel inkoopstelsel zijn aan te tonen.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ONDERZOEK IN OPERATIONELE OMGEVING

Dit leidt tot de konklusie dat vergelijking van methoden slechts plaats kan vinden door simulatie met behulp van modellen.

Projectie van de simulatieresultaten op de praktijksituatie kan pas plaatsvinden indien de registratie van performance indicators in de praktijk op consistente wijze verricht wordt.

3.3 ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

3.3.1 Het operationele probleem bij de importeur

Een van de meest in het oog lopende tekortkomingen van het huidige bestelsysteem was het hanteren van vaste levertijdparameters (L-par) per leverancier voor alle inkoopbestellingen. Dit was historisch zo gegroeid omdat men altijd uitging van de opgave van de leverancier; voor eigen waarnemingen was geen plaats in de procedures. De gerealiseerde levertijden (L-rel) vertoonden grote afwijkingen ten opzichte van L-par. Iedere poging tot optimalisering van het bestelsysteem zal op suboptimalisering uitlopen, zolang de gehanteerde levertijdparameter niet zo dicht mogelijk bij de werkelijkheid ligt.

Mogelijkheden tot sturing

In het leveranciersrecord waren velden gedefinieerd voor de levertijd-parameter L-par, de gemiddelde afwijking van de levertijd en drie verschillende levertijdklassen. In het artikel-record was ook een veld voor de levertijd aanwezig. Er bestonden echter geen programma's of procedures om deze parameters te wijzigen of, behalve L-par, er gebruik van te maken; alleen L-par kon met de hand bijgesteld worden.

Blijkbaar heeft de oorspronkelijke systeemontwerper rekening gehouden met de mogelijkheid om:

- a. een standaard-levertijd per leverancier in te vullen;
- b. een levertijd per artikel bij te houden (standaard, gerealiseerd, of verwacht);
- c. de gemiddelde afwijking van de standaard levertijd bij te houden;
- d. verschillende levertijd-klassen op te geven of bij te houden (bijv. i.v.m. verschillende ordersoorten).

Klaarblijkelijk zijn deze principes nooit in procedures en berekeningen geïmplementeerd.

De inkoopafdeling had wel de mogelijkheid ter beschikking om de levertijd-parameter te wijzigen, maar beschikte niet over betrouwbaar 'bewijsmateriaal' op grond waarvan een wijziging gerechtvaardigd kon worden. Bovendien vreesde men de gevolgen van zo'n wijziging op de voorraad en de buitenvoorraad-kans.

Effekt op de organisatie

Men had de ervaring dat vooral onregelmatige levertijden hinderlijke verstoringen teweeg brengen in de organisatie:

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

- a. levertijd korter dan parameter:
 - meer voorraad in huis;
 - verstoring van regelmaat in de ontpakafdeling.
- b. levertijd langer dan parameter:
 - servicedoelstelling wordt niet gehaald;
 - de rappellijst neemt in omvang toe;
 - meer waarschuwingen op de besteladvieslijst;
 - er worden spoedorders bij andere leveranciers besteld met extra kosten, minder korting;
 - spoedbehandeling bij aankomst verlate artikelen veroorzaakt onrust in de ontpakafdeling;
 - onvrede bij de klanten, slechte naam, verloren verkopen;
- c. bij lang uitlopende bestellingen:
 - inhaal-effekt door dealers en inkopers;
 - psychologisch effect bij de inkopers: de geloofwaardigheid van de levertijd-parameter neemt af, zij gaan stevast een extra marge hanteren.

Dit probleem speelde zowel bij V1 als bij V2 1), met als tastbaar bewijs de rappellijst 2), welke tot honderden regels kon groeien. Men zag de oorzaak hiervan meer als een fout van de leveranciers dan als een structureel intern probleem.

Invloed van levertijd op voorraadstelsel.

Niet alleen het hanteren van een foutieve levertijd-parameter beïnvloedt het voorraadverloop negatief, ook het verloop van L-rel heeft een wezenlijke invloed op de voorraadvorming. Daarbij gaat het om:

- a. de lengte van de levertijd;
 - a1. De inkopers weten in hoeverre het mogelijk is in geval van nood een onderdeel binnen korte tijd van de fabriek naar de gebruiker te krijgen; wanneer de kortste spoedlevertijd te lang is, zullen de inkopers in verhevigde mate alle mogelijk belangrijke onderdelen in voorraad gaan nemen.
 - a2. wanneer de levertijd toeneemt, neemt ook de onzekerheid in de voorspelling van de afname toe, zodat men gedwongen wordt grotere veiligheidsvoorraden aan te leggen.
- b. De onregelmatigheid in de levertijd per leverancier, te onderscheiden in:
 - b1. verschillen tussen artikelen onderling;
dit veronderstelt een artikel-gebonden regelmaat in de levertijd, waarbij lange levertijden veroorzaakt worden door specifieke eigenschappen van het artikel die steeds voor stagnatie zorgen. Dit kan zich mogelijk uitstrekken over een groep van artikelen.
 - b2. verschillen bij een artikel;
dit veronderstelt willekeurige stagnaties bij de leverancier.

In het eerste geval (b1) is het nuttig om de levertijd per artikel of arti-

1) V1, V2: Vestiging-1, Vestiging-2.

2) Lijst met artikelen die in bestelling staan, waar de voorraad van op is, waar backorders voor staan te wachten en die volgens de opgegeven levertijd geleverd hadden moeten zijn; ook wel probleem-artikelen-lijst.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

kelgroep te registreren en op grond daarvan een bestelnivo te bepalen. In het tweede geval (b2) kan men beter proberen de oorzaken bij de leverancier te elimineren, waarbij de eigen registratie als kwantitatief bewijsmateriaal gebruikt kan worden.

Invloed van lengte en onregelmatigheid

Om na te gaan of de lengte dan wel de onregelmatigheid van de levertijd het meest kostenverhogend op het voorraadstelsel werkt, kan men de samenstelling van de variantie in de levertijd analyseren (Das [1975], Magson [1979], Van Beek [1979], Tersine [1982]):

$$\sigma_{LD}^2 = \mu_L^2 * \sigma_D^2 + \mu_D^2 * \sigma_L^2 \quad (3.3.1)$$

Waarbij σ_{LD}^2 = variantie van de afname (D) in de levertijd (L).

(3.3.1) geldt bij onafhankelijkheid tussen L en D: meer vraag resulteert niet in langere levertijd (Tersine [1982]).

In een poging om te zien of $\sigma(LD)$ meer door $\mu(L)$ dan wel door $\sigma(L)$ beïnvloed wordt, kunnen we de partiële afgeleide van (3.3.1) naar $\mu(L)$ en $\sigma(L)$ bepalen:

$$\frac{d \sigma_{LD}^2}{d \mu_L} = \sigma_D^2 > 0 \quad (3.3.2)$$

$$\frac{d \sigma_{LD}^2}{d \sigma_L} = 2 * \mu_D^2 * \sigma_L > 0 \quad (3.3.3)$$

Hieruit volgt dat als de variatiecoëfficiënt

$$VC = \frac{\sigma(D)}{\mu(D)} \leq \sqrt{2 * \frac{\sigma}{L}} \quad (3.3.4)$$

dan is (3.3.3) groter dan (3.3.2), waaruit volgt dat $\sigma(LD)$ sterker beïnvloed wordt door $\sigma(L)$ dan door $\mu(L)$. Op grond van (3.3.4) kan echter niet zonder meer gekonkludeerd worden dat lange, regelmatige en betrouwbare levertijden beter zijn dan gemiddeld korte, maar onregelmatige. Een benadering van dit vraagstuk door Das [1975] is aanzienlijk gekompliceerder dan hierboven aangegeven en komt in het kort neer op het volgende:

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

$$\frac{C^*(\mu_L)}{C^*(\sigma_L)} = \frac{\sigma_D^2}{\mu_D^2} = VC_D^2, \quad (3.3.5)$$

waarbij $C^*(.)$ het minimale kosten-nivo is, afhankelijk van $\mu(L)$ en $\sigma(L)$.
 $C^*(.)$ wordt derhalve meer beïnvloed door $\mu(L)$ dan wel door $\sigma(L)$ afhankelijk van respectievelijk $VC(D) > 1$ of $VC(D) < 1$.

Das konkludeert: "The mostly qualitative results show that the sensitivity to mean lead time is more pronounced than the sensitivity to the variance of lead time."

Op grond van (3.3.5) kan men echter ook stellen dat in een bestelsysteem waarin geen rekening gehouden wordt met levertijdvariatiën, dus in feite aangenomen wordt dat $\sigma(L) = 0$, de suboptimaliteit extra toeneemt bij een regelmatige afname ($VC(D) < 1$). In dat geval wordt de veiligheidsvoorraad namelijk uitsluitend gebaseerd op $\sigma(D)$. (Zie ook Hst. 3.4.2.).

Effekt van levertijd-afwijkingen op servicegraad;

Een analytische benadering van het effect van een verkeerde levertijd-parameter op de servicegraad kan met behulp van het logistische model van van Beek uitgewerkt worden.

Stel: L-rel = gerealiseerde levertijd (weken);

L-par = geschatte levertijd (weken);

$\Delta_L = L\text{-rel} - L\text{-par}$;

$a = \pi / \sigma_{LD} \sqrt{3}$;

v = resterende voorraad op moment van aankomst van Q;

β = servicegraad; $\eta = 1 - \beta$;

$\Delta(\beta) = \beta(\Delta_L = 0) - \beta(\Delta_L \neq 0) = -\Delta(\eta)$.

Aangenomen (zie Hst.3.4.2.) dat het bestelnivo wordt berekend met een exakte schatting van \underline{L} volgens:

$$B = \mu_D * L_{\text{-rel}} + VV,$$

met $VV = K * \sigma_{LD}$.

(zie ook Hst.3.4.) De verwachte overblijvende voorraad is:

$$\varepsilon(v) = \mu_v = VV \quad (\Delta_L = 0)$$

Bij berekening met L-par echter wordt

$$\varepsilon(v) = \mu_v = VV - \mu_D' * \Delta_L \quad (\Delta_L = L_{\text{rel}} - L_{\text{par}})$$

$$\text{zodat} \quad \Delta\mu_v = \mu_v - \mu_v' = \mu_D * \Delta_L \quad (3.3.6)$$

Als we aannemen dat $\mu(v)$ verdeeld is volgens een logistische verdeling en $\Delta(L)=0$, dan geldt voor de servicegraad (Van Beek [1978]):

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

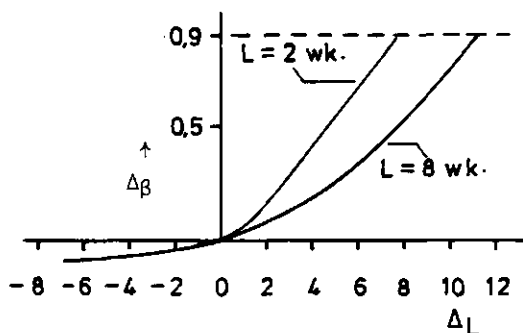
$$\eta = \frac{1}{a * Q} * \ln(1 + \text{EXP}(-a * \mu_v)) \quad (\Delta_L = 0) \quad (3.3.7)$$

zodat $\Delta\eta = \eta(\mu_v) - \eta(\mu'_v)$

$$= \frac{1}{(a * Q)} * \ln \left(\frac{1 + \text{EXP}(-a * VV)}{1 + \text{EXP}(-a * VV) * \text{EXP}(a * \mu_D * \Delta_L)} \right) \quad (3.3.8)$$

ofwel $\Delta\beta = f(\Delta_L)$ (3.3.9)

(3.3.8) geldt bij een $\sigma(L)$ onafhankelijk van $\Delta(L)$; als dat niet het geval is, dan wordt de uitdrukking aanzienlijk gekompliceerder. Bij bepaalde waarden van σ_{LD} , Q en $\mu(\underline{D})$ kan het verloop van $\Delta\beta$ bij verschillende $\sigma(L)$ bekeken worden. Een aantal waarden staat getabelleerd in tabellen 3.3.1.a. en b. en het verloop is grafisch weergegeven in figuur 3.3.1.



Figuur 3.3.1. Invloed van afwijkende levertijd (ΔL) op servicegraad ($\Delta\beta$).

Figure 3.3.1. Effect of deviating lead-time (ΔL) on degree of service ($\Delta\beta$).

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

Tabel 3.3.1.a. Gevoeligheid van Servicegraad ($\Delta \beta$) voor systematische fout in de levertijd (ΔL) (in weken).

$\beta=0,9$; Jaarafname=20,8; Weekafame=0,40; Bestelhoeveelheid=3;

Levertijd (weken) -->	1	2	4	8	16
Afname/levertijd -->	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4
Spreading afn/levt -->	0,527	0,855	1,390	2,257	3,667
Veiligheidsvoorraad ->	-0,172	0,055	0,563	1,618	3,706
ΔL	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$
-6	0,000	0,000	0,000	0,084	0,068
-5	0,000	0,000	0,000	0,078	0,061
-4	0,000	0,000	0,000	0,070	0,053
-3	0,000	0,000	0,076	0,059	0,043
-2	0,000	0,000	0,060	0,044	0,031
-1	0,000	0,049	0,036	0,025	0,017
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	-0,103	-0,077	-0,051	-0,032	-0,020
2	-0,227	-0,178	-0,119	-0,073	-0,044
3	-0,358	-0,295	-0,205	-0,124	-0,071
4	-0,491	-0,421	-0,304	-0,185	-0,104
5	-0,624	-0,551	-0,415	-0,256	-0,141
6	-0,757	-0,683	-0,534	-0,338	-0,184
7	-0,891	-0,815	-0,659	-0,430	-0,233
8	-1,024	-0,948	-0,787	-0,530	-0,288
9	-1,157	-1,082	-0,917	-0,638	-0,350
10	-1,291	-1,215	-1,048	-0,751	-0,418
11	-1,424	-1,348	-1,181	-0,870	-0,493

Table 3.3.1.a. Sensitivity of service level ($\Delta \beta$) to systematic errors in lead-time parameter (ΔL).

Tabel 3.3.1.b. Gevoeligheid van servicegraad ($\Delta \beta$) voor systematische fout in de levertijd-parameter (ΔL) (in weken).

$\beta = 0,99$; jaarafname = 20,8 . weekafname = 0,4 ; bestelhoeveelheid = 3 .

Levertijd (weken) -->	1	2	4	8	16
Afname/levertijd -->	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4
Spreading afn/levt -->	0,527	0,855	1,390	2,257	3,667
Veiligheidsvoorraad ->	0,644	1,284	2,467	4,621	8,498
ΔL	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$
-6	0,000	0,000	0,000	0,009	0,007
-5	0,000	0,000	0,000	0,008	0,006
-4	0,000	0,000	0,000	0,007	0,005
-3	0,000	0,000	0,008	0,006	0,004
-2	0,000	0,000	0,006	0,005	0,003
-1	0,000	0,006	0,004	0,003	0,002

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

ΔL	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$	$\Delta \beta$
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	-0,025	-0,012	-0,007	-0,004	-0,002
2	-0,087	-0,038	-0,017	-0,009	-0,005
3	-0,189	-0,086	-0,035	-0,016	-0,008
4	-0,312	-0,160	-0,061	-0,025	-0,012
5	-0,443	-0,260	-0,101	-0,038	-0,017
6	-0,576	-0,376	-0,156	-0,054	-0,022
7	-0,709	-0,501	-0,228	-0,076	-0,029
8	-0,842	-0,631	-0,317	-0,105	-0,037
9	-0,975	-0,763	-0,420	-0,141	-0,047
10	-1,109	-0,896	-0,533	-0,187	-0,059
11	-1,242	-1,029	-0,654	-0,242	-0,073

Table 3.3.1.b. Sensitivity of service level ($\Delta \beta$) to systematic errors in lead-time parameter (ΔL).

Uit de tabellen 3.3.1.a. en b. valt af te lezen dat ΔL toeneemt bij

- afnemende L-par;
- afnemende servicegraad-doelstelling;

Meer uitgebreide experimenten gaven tevens een toename van $\Delta \beta$ te zien bij toenemende afnamesnelheid.

Logistieke achtergrond van de levertijd

In het traject van bestelling tot aflevering zijn de volgende doorlooptijden te onderscheiden:

1. Informatietransport importeur - leverancier:
voor de hoofdleverancier verliep dat via internationale data-transmissie, zonder menselijke tussenkomst, in ca. 1 a 4 uur (afhankelijk van de wachttijd in de data-base). De orders zaten dan bij de leverancier in de computer. Voor de andere leveranciers verliep dit per post in ca. 24 a 48 uur of per telex in ca. 1 uur, of per telefoon in enkele minuten. Het is dan echter niet bekend hoe snel zo'n order administratief verwerkt wordt.
2. Interne verwerkingstijden bij leverancier.
Hieronder vallen: wachttijd, verwerking, verzamelen, verpakken, verzendklaar maken, wachten, verzenden.
Extra vertraging ontstaat wanneer er geen voorraad in het leveranciersmagazijn is vanwege
 - a. wachten op aanvulling;
 - b. productieproblemen.
 ad a. Door een incidenteel verhoogde vraag van de afnemers kan de fabriek door de voorraad heen zijn, voordat een nieuwe productie-serie opgezet is.
 ad b. Bepaalde onderdelen zijn regelmatig niet leverbaar, omdat er stagnatie in de productie optreedt. Bijvoorbeeld veel afkeur, of problemen in de aanvoer van grondstoffen. Dit heeft zijn weerslag op de afnemers die meer gaan bestellen, zodat na verhelpen van de productieproblemen de leveringsproblemen (volgens a.) voortduren.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

3. Container-effekt:

Door het opzamelen van de bestellingen tot deze een container vullen, ontstaat een Uniform verdeelde vertraging met een minimum 0 en een maximum van ca. 10 dagen. Deze heeft derhalve betrekking op alle artikelen.

4. Transporttijd.

Hiervoor kan globaal ingevuld worden:

Uit Zuid-Europa:	ca.	5 dagen	(per trein);
Uit Midden-Europa:	ca.	3 dagen	(per trein);
„ „ „	ca.	1 dag	(per vrachtauto);
Uit Nederland:	ca.	1 a 2 dagen	(expeditie, post);

De hieruit voortvloeiende maximum schatting komt uit op:

(1) 2 dagen + (2) verwerkingstijd + (3) 10 dagen + (4) 5 dagen = 17 dagen + verwerkingstijd. Uit de gemeten levertijden zal blijken dat deze laatste een substantieel deel van de totale levertijd beslaat.

3.3.2 Experimentele meting van levertijden.

Vormgeving.

Alvorens tot een reorganisatie van de levertijd-bepaling over te gaan is er middels een experimenteel proefprogramma eerst een analyse van de huidige, gerealiseerde levertijden gemaakt teneinde:

- a. de ernst en omvang van het probleem zichtbaar te maken;
- b. het 'bewijsmateriaal' te verschaffen op grond waarvan de L-par gewijzigd zou kunnen worden;
- c. te onderzoeken welke problemen zich in de praktijk voordoen bij het opzetten van een dergelijk sub-systeem;
- d. elementen uit het experimentele programma als basis voor het nieuwe sub-systeem te gebruiken.

Werkwijze.

Er bestonden tapes van alle afgesloten inkopen, welke aan het eind van iedere maand aan de jaar-tape toegevoegd worden. Ten behoeve van de analyse werden direkt na deze maand-afsluiting de inkopen (vanaf 1 januari tot en met de lopende maand) van deze tape afgelezen en gesorteerd naar:

1) leverancier, 2) soort-inkoop, 3) artikelnummer, 4) orderdatum, 5) order-nummer,

waarna het overzicht in dezelfde volgorde ontstaat.

De splitsing naar soort-inkoop is nodig omdat van spoed-inkopen een andere levertijd verwacht kan worden dan van normale voorraad-aanvullingen.

In het proefprogramma werd van de gerealiseerde levertijden een gemiddelde, spreiding en frekwentietelling berekend per leverancier per soort-inkoop (zie bijlage H (voorbeeld programma-output)). Deze maandelijks geproduceerde lijsten werden gedurende anderhalf jaar naar de inkoopafdelingen van V1 en V2 gestuurd. Op aanwijzingen van de inkopers werd in de loop der tijd een aantal wijzigingen uitgevoerd, waardoor de lijst beter bruikbare informatie verschaftte.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

Frekwentietelling

Er zijn twee frekwentietellingen gemaakt; de eerste geeft de percentages der leveringen die binnen N maal L-par binnenkomen, met

$N = 0,5, 1, 1,5, 2, 3, \infty$.

Deze grenzen waren redelijkerwijs gekozen vanuit de overweging dat L-rel toch in zekere mate rondom L-par zou liggen. Na enkele proef-runs bleek dit toch een onbevredigend beeld op te leveren bij leveranciers waar $L-rel > 3 * L-par$ in een groot deel van de leveringen. Daarom is een tweede frekwentietelling gemaakt, die de percentielwaarden in weken aangeeft voor de percentages 10, 20, 80, en 90 %. Als de percentielen voor 10 % en 90 % ver uit elkaar liggen, heeft men te maken met een onregelmatig leverende leverancier. De eerste frekwentietelling geeft dan aan hoe de L-rel gegroepeerd liggen rond de L-par, de tweede bij welke L-par bijvoorbeeld de kans $P(L-rel > L-par) < 10 \%$, wat als instelwaarde voor L-par zou kunnen gelden.

Kwaliteit van de levertijd.

Om het 'uitlevergedrag' van een leverancier te kunnen meten, werd

$$M = \frac{\sigma_L}{\mu_L} \quad (3.3.10)$$

berekend. Men zag vervolgens in dat ook $\mu(L)$ zelf een aanduiding voor de kwaliteit van de levertijd is (zie 3.3.1.), zodat het kengetal hoger zou moeten uitvallen naarmate $\mu(L)$ groter is.

Dit werd bereikt door $\sqrt{\mu_L}$ in de noemer te plaatsen:

$$M' = \frac{\sigma_L}{\sqrt{\mu_L}} \quad (3.3.11)$$

Tabel 3.3.5. , test 5 laat zien dat M' als performance indicator beter werkt dan M.

Stadia in het inkoop-proces

Intern worden verschillende datums 1) geregistreerd: datum-af-fabriek, datum-in-huis, datum-ontpakt, datum-opgeboekt en datum-faktuur-betaald. Op het moment van datum-in-huis zijn de goederen fysiek beschikbaar, zodat de levertijd daaraan wordt afgemeten.

Deelleveringen

Wanneer van twee of meer opeenvolgende inkoopregels de orderdatum en het ordernummer gelijk zijn, dan is de eerste een deel-levering en de tweede (en volgende) een nalevering op de eerste. De naleveringen zijn apart geteld omdat ze iets zeggen over de levermethode van de leverancier en omdat de levertijd systematisch langer is.

1) kalenderdatums, in tegenstelling tot data 'gegevens'.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

3.3.2.1 De proef-fase

In de analyse- en proeffase kwam een aantal opmerkelijke zaken aan het licht.

1. In de proeffase werden tussen in-huis en opgeboekt bij V2 bij 38 van de 180 leveranciers verschillen waargenomen, die duiden op een interne verwerkingstijd. Dit betrof (okt. 1979) 15187 leveringen (60 %) met een gemiddelde verwerkingstijd van 2,2 weken, die hier en daar opliep tot 5 weken. Dit kwam overeen met een onderbezetting op de ontpakafdeling in het magazijn. Er werd verzekerd dat deze interne verwerking geen effect had op de uitlevering, daarom is deze berekening na de proef-fase geschrapt om plaats te maken voor frekwentietellingen.
2. Een deel van de 'uitlopers' van de hoofdleverancier van V1 werd veroorzaakt door een aantal snellopers die op afroep besteld werden. Als besteldatum werd de datum van creatie van de totale afroep-order ingebracht en niet de afroep-datum.
3. Bij de binnenlandse bestellingen van V2 werd een zeer hoog percentage spoedorders waargenomen. Dit kwam voort uit de gewoonte om met de kode 'spoedorder' de registratie in het in-bestelling-bestand te omzeilen, waardoor de afhandeling bij de ontvangst sneller ging. Blijkbaar rekende men erop dat binnenlandse leveranciers snel genoeg leveren om de order niet uit het oog te verliezen, en dat als er onvolledig geleverd wordt, dit snel genoeg gecompenseerd kan worden met een volgende bestelling.
4. Van een nabijgelegen bedrijfswagenleverancier werd helemaal niets geregistreerd, omdat men ervan overtuigd was dat die altijd binnen een week leverde. Toen deze inkopen wel vastgelegd werden, bleek dat ook deze leverancier uitlopers vertoonde.
5. Een aantal leveranciers vertoonde geen uitlopers. De oorzaak hiervan bleek te zijn dat men altijd eerst van te voren de voorraadpositie opvroeg, waarna slechts besteld werd als er genoeg voorraad was. Zodoende hoefde er nooit op een stock-out bij de leverancier gewacht te worden.

3.3.2.2 Uitkomsten

Algemeen

Tabel 3.3.2. geeft de frekwentieverdelingen van het aantal leveringen per leverancier per jaar. Daaruit blijkt dat bij V2 de grootste hoofdleverancier ca. 30 % levert en bij V1 ruim 60 %. Deze getallen geven een indruk van de verschillen in inkoop tussen het personenwagenbedrijf en V2.

Levertijden bij onderdelen van landbouwwerktuigen.

Tabellen 3.3.3.a. t/m d. geven de uitkomsten van de gemeten levertijden voor onderdelen van landbouwwerktuigen en trekkers. Tabellen a., b., c. en d. hebben betrekking op dezelfde leveranciers, zij het dat bij enkele leveranciers geen spoedorders geregistreerd waren. Tabel a. en b. tonen de kengetallen voor normale bestellingen, c. en d. voor spoedbestellingen.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

Tabel 3.3.2. Aantal leveranciers in klasse van aantal leveranties per jaar.

I = landbouwwerktuigen en vrachtwagens;

II = landbouwwerktuigen; III = personenwagens.

Klasse leveranties per jaar	Aantal leveranciers in klasse		
	I	II	III
< 5	55	2	6
< 10	24	1	3
< 20	32	3	2
< 50	30	2	2
< 100	17	1	3
< 200	17	0	5
< 500	20	7	1
< 1000	5	0	2
< 2000	5	0	0
< 5000	1	1	1
< 10000	1	0	0
< 15000	1	0	0
< 35000	0	0	1
Totaal	208	17	26

Table 3.3.2. Distribution of vendors across classes with number of deliveries per year. I = agricultural equipment and trucks; II = agricultural equipment; III = cars.

Tabel 3.3.3.a. Kenmerken der gemeten levertijden voor onderdelen van landbouwwerktuigen; normale bestellingen.

Lev.nr.	Aantal	L-par	L-rel	$\sigma(L)$	M	M'
1	4286	12	10	8,8	0,8	2,6
2	3	17	27	8,3	0,3	1,6
3	359	12	11	7,3	0,6	2,1
4	264	12	9	3,1	0,3	1,0
5	4	12	3	0,0	0,0	0,0
6	48	12	22	22,3	1,0	4,7
7	301	7	5	1,6	0,2	0,7
8	67	4	1	0,8	0,5	0,6
9	2	4	2	0,7	0,2	0,4
10	156	5	2	1,6	0,5	0,9
11	2	4	2	0,0	0,0	0,0
12	5	4	1	0,5	0,3	0,4
13	176	6	7	5,3	0,7	1,9
14	298	6	4	2,8	0,6	1,4
15	9	2	0,5	0,5	0,9	0,7
16	17	4	4	0,4	0,1	0,2
17	24	4	18	13,0	0,7	0,3
18	16	4	4	2,3	0,5	1,1
19	9	4	14	12,4	0,8	3,2

Table 3.3.3.a. Characteristics of the registered leadtimes for spare parts of agricultural equipment; regular stock orders.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

Tabel 3.3.3.b. Verdeling der gemeten levertijden ten opzichte van de levertijdparameter ($L = L\text{-par}$); normale bestellingen.

lev	0,5L	L	1,5L	2 L	3 L	later	10%	20%	80%	90%	M	M'
1	35,1	43,4	7,3	5,8	6,4	2,0	5	6	14	23	0,8	2,6
2	0,0	0,0	66,7	0,0	33,3	0,0	22	22	37	37	0,3	1,6
3	42,9	0,0	57,1	0,0	0,0	0,0	3	3	18	18	0,6	2,1
4	15,5	84,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3	7	12	12	0,3	1,0
5	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	3	3	3	0,0	0,0
6	4,2	50,0	6,3	20,8	2,1	16,7	8	8	24	64	1,0	4,7
7	4,7	82,7	8,0	4,7	0,0	0,0	4	5	7	8	0,2	0,7
8	92,5	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1	1	2	2	0,5	0,6
9	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2	2	3	3	0,2	0,4
10	42,3	57,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1	1	5	5	0,5	0,9
11	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2	2	2	2	0,0	0,0
12	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	1	2	2	0,3	0,4
13	38,1	13,1	0,0	0,0	48,9	0,0	2	2	13	13	0,7	1,9
14	59,7	9,7	29,2	0,7	0,3	0,3	2	2	8	8	0,6	1,4
15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	1	1	1	0,9	0,7
16	0,0	35,3	64,7	0,0	0,0	0,0	4	4	5	5	0,1	0,2
17	0,0	37,5	4,2	0,0	0,0	58,3	3	3	30	30	0,7	0,3
18	31,3	6,3	56,3	6,3	0,0	0,0	1	1	6	6	0,5	1,1
19	0,0	11,1	33,3	11,1	0,0	44,4	4	5	33	35	0,8	3,2

Table 3.3.3.b. Distribution of the registered leadtimes in relation to the leadtime parameter ($L\text{-par}$); regular orders.

Toelichting tabel 3.3.3.b. en c.: Kolom 2 t/m 7 geeft het percentage leveranties dat in huis is binnen $n*L$.

Bijvoorbeeld bij leverancier 6 is 50 % in huis tussen $0,5*L\text{-par}$ en $L\text{-par}$, 16,7 % komt later dan $3*L\text{-par}$ in huis.

Kolom 8 t/m 11 geeft de percentielgrenzen in weken.

Tabel 3.3.3.c. Kenmerken der gemeten levertijden voor onderdelen van landbouwwerktuigen; spoed bestellingen.

Lev.nr.	Aantal	L-par	L-rel	$\sigma(L)$	M	M'
1	103	12	15	8,7	0,5	2,2
3	111	12	4	5,1	1,1	2,4
4	124	12	5	1,5	0,3	0,6
5	17	12	5	1,8	0,3	0,8
6	1	12	5	*		
7	106	7	7	2,0	0,2	0,7
8	294	4	1	0,6	0,4	0,5
9	3	4	3	4,6	1,2	2,4
10	48	5	2	1,0	0,4	0,7
12	4	4	1	1,4	0,8	1,1
13	169	6	3	5,6	1,5	2,9
14	202	6	2	1,0	0,4	0,6
15	77	2	1	1,3	1,1	1,2

Table 3.3.3.c. Characteristics of the registered leadtimes for spare parts; rush orders.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

Tabel 3.3.3.d. Verdeling der gemeten levertijden ten opzichte van de levertijdparameter ($L = L\text{-par}$); spoed bestellingen.
Toelichting: zie tabel 3.3.3.b.

lev	0,5L	L	1,5L	2 L	3 L	later	10%	20%	80%	90%	M	M'
1	20,4	13,6	21,4	31,1	11,7	1,9	5	5	20	27	0,5	2,2
3	91,9	0,9	0,0	0,0	7,2	0,0	2	2	5	6	1,1	2,4
4	83,1	16,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3	4	5	8	0,3	0,6
5	58,8	41,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3	4	7	8	0,3	0,8
6	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5	5	5	5	*	*
7	10,4	47,2	37,7	4,7	0,0	0,0	3	6	9	10	0,2	0,7
8	95,6	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1	1	2	2	0,4	0,5
9	66,7	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	1	1	9	9	1,2	2,4
10	77,1	22,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1	2	3	4	0,4	0,7
12	75,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	1	4	4	0,8	1,1
13	84,0	10,7	0,0	0,0	1,2	4,1	2	2	3	4	1,5	2,9
14	96,5	1,0	2,5	0,0	0,0	0,0	1	2	3	3	0,4	0,6
15	80,5	13,0	0,0	1,3	3,9	1,3	1	1	1	2	1,1	1,2

Table 3.3.3.d. Distribution of the registered leadtimes in relation to the leadtime parameter; rushorders.

Het totale beeld voor de landbouw-onderdelen is iets gunstiger dan voor de onderdelen voor bedrijfswagens.

Voorbeelden van goede levertijden zijn te zien bij de leveranciers nr. 4, 7 en 10; minder goede levertijden zijn te zien bij 2, 6 en 13. Leveranciers nr. 6, 14, 17 en 19 vertonen duidelijk zeer lang uitlopende levertijden. Bij het merendeel der leveranciers kan men konstaten dat de levertijden in werkelijkheid sterk afwijken van de gehanteerde parameter.

Kwaliteit van de levertijd.

De validiteit van M' (3.3.11) als maat voor de leveringskwaliteit is naar twee gezichtspunten onderzocht:

1. In hoeverre hangt M' samen met het aantal leveranties;
2. In hoeverre hangt M' samen met het verschil tussen de percentielgrenzen 90 % - 10 % (ook een maat voor de regelmaat van leveren).

Tabel 3.3.4. Korrelaties tussen M of M' (Y) en aantal leveringen of verschil tussen percentielgrenzen (X).

M : zie (3.3.7) ; M' : zie (3.3.8).

Test-nr	X	Y	correlatie-coeff.		Regressievergelijking (normale orders)
			normaal	spoed	
1	aantal leveringen	M'	0,32	-0,07	$Y = 1,22 + 0,0004 X$
2	aantal leveringen	M	0,31	0,08	$Y = 0,50 + 0,0001 X$
3	$\log(a. \text{ leveringen})$	M'	0,50	0,12	$Y = 0,20 + 0,6702 X$
4	$\log(a. \text{ leveringen})$	M	0,59	0,16	$Y = 0,18 + 0,2049 X$
5	Perc.90% - Perc.10% M'		0,95	0,66	$Y = 0,53 + 0,0841 X$
6	Perc.90% - Perc.10% M		0,63	0,03	$Y = 0,39 + 0,0144 X$

Table 3.3.4. Correlations between M or M' (Y) and number of deliveries or difference between percentile-boundaries (X).

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

Op de leveranties van alle 17 landbouwwerktuigen-leveranciers over een jaar zijn deze korrelaties getest: zie tabel 3.3.4. Daaruit blijkt:

1. Het aantal leveranties verklaart voor een deel de onregelmatigheid (test 1 t/m test 4). Dat betekent dat naarmate het aantal leveranties toeneemt de kans op uitlopers ook toeneemt; echter niet zo duidelijk dat het aantal leveranties alleen een maat is voor de onregelmatigheid.
2. In test 5 komt een korrelatie van 95 % aan het licht tussen de percentielgrenzen en M' , sterker dan met M , zodat aangenomen kan worden dat M' een goede performance indicator is voor de kwaliteit van de levertijd.

De maat voor de kwaliteit van de leverancier werd globaal als volgt gekarakteriseerd:

- $M' < 0,9$: goede leverancier;
- $0,9 < M' < 1,2$: in de gaten houden i.v.m. enkele uitlopers; of diskrepantie tussen hele korte en wat langere levertijden;
- $1,2 < M' < 2$: leverancier wordt slordig of heeft problemen met enkele artikelen;
- $2 < M'$: slechte leverancier.

Gezien het grote aantal leveranciers en artikelen is het voor een importeur meestal niet mogelijk achter de oorzaak van iedere levertijdvertraging te komen.

Bespreking uitkomsten gemeten levertijden

1. Zeer opvallend zijn de 'uitlopers' in 3 x standaard-levertijd tot zeer hoge waarden - meer dan 40 weken. Weliswaar betreft dat geringe percentages (5 % per leverancier), maar men kan aannemen dat deze extremen het voorraadbeheer en de service verlening relatief sterk benadelen. Men denke aan het psychologische effect op de inkopers en verderop in de keten op de dealers: langdurige tekorten zetten hen aan tot 'indekken', wat zich op den duur uitstrekt over andere artikelen. Op dealernivo treedt bovendien het effect op dat sommigen overschakelen naar andere leveranciers.

Deze uitlopers waren volgens de inkopers van V2 vaak terug te voeren op problemen bij de productie, omdat men op fabrieksnivo ook moeite heeft met het uit elkaar houden van exceptionele vraag en toevallige fluktuaties. Zowel bij oude als bij nieuwe modellen komen regelmatig speciale slijtage gevallen voor, met als gevolg een onvoorziene afname. Vooral bij snellopers werkt een slechte uitlevering snel door op de eigen servicegraad. Om dit effect te kunnen kwantificeren zou de gerealiseerde servicegraad per artikel en per leverancier gemeten moeten worden en vergeleken met de afwijking in de levertijd per artikel. Uitbreiding van het levertijdenprogramma naar een verbijzondering van levertijden per artikel gaf voor het onderzoek onoverkomelijke problemen. Het registreren van de levertijden per artikel op permanente basis ligt eerder op het terrein van een managementbeslissing. (In hoofdstuk 7 is dit vraagstuk in de simulaties verwerkt).

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

2. Ten aanzien van onregelmatige levertijden kan men in principe twee wegen bewandelen:
 - a. nauwkeurige registratie; op grond daarvan een zo goed mogelijke schatting maken en de onzekerheid van de fluktuaties inbouwen in de Bestel-nivo berekening; zie (3.3.1).
 - b. Het kwaad bij de bron bestrijden (Van Hees & Monhemius [1970], Corke [1978] e.a.)).

Wat punt b. betreft heeft men in V2 de resultaten van de lijst gebruikt als bewijsmateriaal tegen onregelmatig leverende leveranciers. Daarbij bleek het volgende:

 - de leveranciers waren vaak zelf niet op de hoogte van deze onregelmatige levering;
 - vaak hadden zij geen idee van de effecten bij de afnemers;
 - de konfrontatie met dit duidelijke cijfermateriaal maakte vooral indruk op diegenen die in het verleden deze klachten als incidenteel en ongegrond hadden afgedaan;
 - een enkele vertegenwoordiger voerde aan dat uitlevering van alle bestellingen binnen een jaar 100 % service betekende.

Deze ervaring maakte duidelijk dat men met het geregistreeerde cijfermateriaal effectief kon optreden.
3. Daadwerkelijke wijzigingen van de levertijd parameters op grond van de resultaten zijn nauwelijks uitgevoerd. Men was namelijk onzeker over het effect daarvan op servicegraad en/of voorraadpositie, gezien de enorme spreiding in de waarnemingen per leverancier.

Elementen in de levertijd.

Om na te gaan welke elementen de levertijd het meest beïnvloeden, kunnen we een redelijke schatting maken van de levertijd voor een leverancier in Nederland:

- verzenden order	2 dagen,
- administreren	1 dag,
- interne verwerking (incl. wachten)	5 dagen,
- transport	2 dagen
	----- +
	10 dagen, ofwel 2 weken.

Uit de resultaten blijkt echter dat L-par voor Nederland gemiddeld 7,5 weken bedraagt (spreiding 4,05) en L-rel voor Nederland (V2, alle afdelingen):

Percentiel	gemiddelde	spreiding
10 %	2,04 wk	1,37
90 %	10,26 wk	7,57

gemeten over 5290 leveranties, bij 99 leveranciers.

Aangezien de tijden voor informatie- en goederentransport vrijwel exakt bekend zijn, (zie 3.3.1.) moeten de lange levertijden die gemeten zijn verklaard worden uit de interne verwerkingstijd bij de leverancier. Als we aannemen dat deze levertijdelementen voornamelijk dode wachttijden zijn, dan moet gekonkludeerd worden dat hierdoor de afnemers verderop in de leverings-

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

keten enorme kosten moeten maken in voorraden en beheerstechnieken die met weinig moeite bij de bron bestreden zouden kunnen worden. Wanneer we verschillende leveranciers uit eenzelfde land vergelijken, dan blijkt ook dat de ene leverancier veel sneller levert dan de andere, met verschillen die oplopen tot maanden.

3.3.2.3 schatting van het effect van fout in L-par

Het zou interessant zijn om exakt na te gaan wat de verandering in voorraad-vorming is door verbeterde levertijd-parameters. Een goede berekening hiervan door 'naspelen' van de historisch gegroeide situatie met nieuwe levertijd-parameters stuitte evenwel op onderzoek-technische problemen:

1. Voor een begroting van het voorraad-effect zouden op het moment van iedere historische inkoop nodig zijn:
 - de bijbehorende afnamesnelheid,
 - de bijbehorende voorraad.Deze waren niet meer te achterhalen.
2. Voor langzaamlopende artikelen zou zeker twee jaar nagerekend moeten worden. Daarbij zouden de inkoop-historie en de verkoop-historie aan elkaar gekoppeld moeten worden, hetgeen qua uitvoering een gekompliceerde procedure zou gaan worden.
3. In de meeste gevallen kan na wijziging van het artikelnummer geen verband meer gelegd kan worden tussen de historische in- en verkoop en het huidige artikel-record.
4. Het effect van een verandering in L-par zou op het hele bestand betrokken moeten worden, hetgeen met historische afnamen niet mogelijk is. Een prognose voor de toekomst stuit bovendien op de onbekendheid t.a.v. het B-nivo (i.v.m. wijzigingen op besteladvies) en L-rel in de toekomst;

Een goede berekening door 'naspelen' stuit ook op analytische problemen, aangezien niet alleen het voorraadeffect, maar ook het tekorteneffect van een parameter-wijziging begroot zou moeten worden.

Voor een volledige projectie van het te verwachten effect van levertijden-registratie op de servicegraad van het huidige voorraadstelsel zijn nodig per artikel: $\sigma(LD)$, $\mu(D)$, ΔL , Q , VV . Aangezien deze noch vanuit de bedrijfsgegevens, noch met behulp van het levertijden-programma achterhaald konden worden, kon geen benadering van $\Delta \eta$ gemaakt worden. De belangrijkste ontbrekende grootheid is $\mu(D)$ op het moment van registratie van de levertijd.

Ook daar geldt weer dat een vergaand vooronderzoek bijna evenveel zou kosten als een operationeel systeem, zodat hiervoor wel de grote lijnen zijn aangegeven, maar de ontwikkeling overgelaten is aan een management-beslissing.

Dit was wel een belangrijke drijfveer om ook de registratie van de servicegraden vorm te geven.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

3.3.2.4 voorstellen voor operationele aanpak

Men moet erop rekenen dat ondanks afspraken met de leveranciers en inspanningen om die te doen naleven, er onregelmatige levertijden zullen blijven optreden, die bij de inkoopbeslissing meegekalkuleerd moeten worden. Het cijfermateriaal omtrent levertijden is derhalve nodig om:

1. akties tegen onregelmatig leverende leveranciers te ondernemen;
2. door een tijdige signalering van verandering in het toelevergedrag structurele problemen in de toeleveringsmarkt te kunnen herkennen;
3. Bij nieuwe artikelen c.q. leveranciers eerder te weten waar men aan toe is.

Bijstellen levertijd-parameter per leverancier of per artikel

Men kan het levertijden-programma gebruiken om de L-par bij te stellen, bijvoorbeeld op de 90 % percentiel. Dit heeft als nadeel dat bijna 90 % van de bestellingen te vroeg besteld wordt. Voor de slow-movers zou dit wel een hanteerbare maat zijn, omdat bij deze het voorraadnivo weinig gevoelig is voor verandering van de levertijd.

Men kan ook de artikelen die duidelijk afwijken van de L-par van de leverancier een eigen L-par toekennen. Deze artikelen worden dan tenminste voor de hoofdleverancier op tijd besteld.

In V1 had men hier geen problemen mee, omdat men ruim 80 % bij de hoofdleverancier bestelt, (vanwege de geautomatiseerde inkoop naar de hoofdleverancier lagen de kosten van bestellen bij alternatieve leveranciers zeker 20 % hoger). Bij uitwijken naar alternatieve leveranciers informeert men vooraf of het artikel in voorraad is, hoe snel het geleverd kan worden en tegen welke prijs. Er ontstaan dus nooit backorders en de levertijd is konstant kort. Registratie van deze alternatieve levertijden heeft dan slechts een geringe informatieve waarde.

Bij V2 maakt men bewust een selectie uit de mogelijke leveranciers, afhankelijk van prijs en leverbetrouwbaarheid. Uit dat oogpunt bezien zou een levertijd-registratie per combinatie van leverancier-artikel nuttig zijn. Dit leidt tot de eis van een relatie-bestand op artikelnummer + leveranciersnummer. Opmerkelijk genoeg bestond er reeds zo'n bestand dat gebruikt werd om de nummering van de leveranciers te vertalen naar het interne nummer. De voor de hand liggende optie om dit bestand uit te bouwen naar levertijden-registratie werd belemmerd door de volgende bij-effecten:

- Het capaciteitsprobleem: in het huidige bestand zit niet de hoofdleverancier, aangezien de nummering daarvan konform overgenomen wordt; toevoeging van deze artikelen zou een sterke uitbreiding tot gevolg hebben. Daarbij zou de record-lengte van ca. 40 posities naar ca. 100 posities uitgebreid moeten worden.
- De gebruiksmogelijkheden: bij V2, waar men met meer leveranciers werkt, wilde men zo'n bestand tevens gaan benutten voor registratie van inkoop- en offerte-prijzen. Dit zou een nog verdere uitbreiding vergen en vergaande komplikaties voor de programmering opwerpen.
- Het verwerkingsprobleem: er zouden diverse programma's en modules bijgemaakt moeten worden om de gerealiseerde levertijden te registreren (vanuit aankomende goederen) en door te koppelen naar de inkoopbeslissing.

Het voordeel van zo'n ontwerp zou zijn dat het direct voor geheel V1 en geheel V2 toepasbaar zou zijn.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

Begroting ruimte-beslag.

Er is een programma gemaakt om na te gaan hoe groot het probleem van de verschillende leveranciers is. Daartoe werd het inkoop-historie-bestand van twee jaar gesorteerd op artikelnummer - leveranciersnummer. Vervolgens werd een frekwentietelling gemaakt van het aantal leveranciers per artikel. Resultaten, zie tabel 3.3.5.

Tabel 3.3.5. Frekwentie-telling aantal leveranciers per artikel;
Vestiging 2 alle afdelingen.

n = aantal leveranciers	aantal artikelen bij n leveranciers	aantal combinaties artikel - leverancier
1	29733	29733
2	4480	8960
3	786	2358
4	181	724
5	49	245
6	10	60
7	6	42
	----- +	----- +
	35245	42122

Aantal inkopen geteld 95086
Gemiddeld aantal inkopen per artikel in 2 jaar 2,7
Aantal artikelen bij meer dan 1 leverancier 6877 (19,5 %)

Table 3.3.5. Frequency count of number of vendors per item; industrial and agricultural sections.

Bijna 20 % van de artikelen met inkoop worden bij meer dan 1 leverancier besteld, hetgeen voldoende reden is om een relatie-bestand artikel-leverancier te ontwerpen. Er is een begroting gemaakt hoeveel ruimte zo'n bestand in beslag zou gaan nemen. Daarbij is uitgegaan van:

- een VSAM-bestandsorganisatie,
- een record-lengte van 80 tekens,
- een key-lengte van 14,
- 30.000 records (voor V2 zou dat op ca. 45.000 a 50.000 neerkomen).

Bij een proef-kreatie van zo'n bestand bleek dat voor het data-gedeelte 6 cilinders (=180 tracks) en voor de index 1 track nodig zijn. Voor V2 zou dat op ca. 10 cilinders (=300 tracks) uitkomen. Op de totale opslag-kapaciteit (16 drives van 555 cilinders) maakte dat ca.

$$300 / (16 \times 555 \times 30) = 0,11 \% \text{ uit.}$$

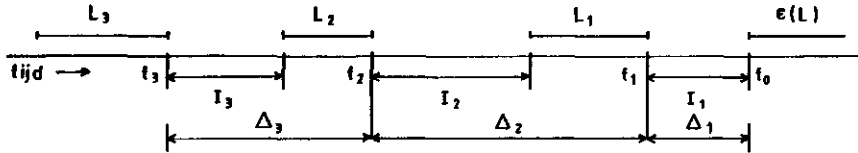
Werkingsprincipe

In het relatie-bestand worden per artikel de 5 meest recente levertijden met de aankomstdatums vastgehouden. Per artikel wordt de huidige en voorgaande opgegeven levertijd van de leverancier vastgelegd.

Het voorspellen van een nieuwe levertijd uit enkele gerealiseerde levertijden is pas zinvol indien er een causaal verband tussen de gerealiseerde en te verwachten levertijd verondersteld mag worden. Evenals bij afnamevoorspelling zal dit verband zwakker zijn naarmate de geregistreerde grootheid

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

verder in het verleden ligt. Aangezien levertijden niet op equidistante tijdstippen vastliggen, moet er een vorm van weging plaatsvinden aan de hand van de ouderdom, c.q. afsluitdatum van iedere levertijd. Deze weging moet rekening houden met de relatieve ouderdom van de ene geregistreeerde levertijd ten opzichte van de andere. Dit is schematisch weergegeven in fig. 3.3.2.



Figuur 3.3.2. Voorspelling van levertijd door extrapolatie van voorgaande levertijden, rekening houdend met de verstreken tijd.

Figure 3.3.2. Forecasting of future leadtime by extrapolation of previous leadtimes, taking into account the elapsed time.

L_i = voorgaande levertijden; $\epsilon(L)$ = voorspelde levertijd ;
 t_i = aankomsttijden; $\Delta_i = t_{i-1} - t_i$; t_0 = huidige tijd.

$t(0)$ is het moment waarop een nieuwe levertijd geprognostiseerd wordt. Corke [1977, hst. 16] signaleert reeds dat verder in het verleden gerealiseerde levertijden minder bijdragen aan de verklaring van toekomstige levertijden. Aangezien op $t(1)$ alle L_i en Δ_i vastliggen, behalve Δ_1 , hangt de effening van L_1 , L_2 , L_3 , ... , L_n op $t(0)$ nog af van Δ_1 . Naarmate Δ_1 langer is telt L_1 relatief lichter mee t.o.v. L_2 , L_3 , ... etc. en omgekeerd.

Stel $P = a_1 * \Delta_1 + a_2 * \Delta_2 + \dots + a_n * \Delta_n$
dan worden de wegings factoren voor L_i :

$$W_i = \frac{1}{P} * \sum_{j=1}^{n-i+1} \Delta_j$$

Aangezien $\sum W_i = 1$ moet zijn, worden $a_i = n+1-i$ gesteld, zodat bij $n=3$

$$P = 3 * \Delta_1 + 2 * \Delta_2 + \Delta_3 .$$

De schatting van L op t_0 wordt dan ($n=3$):

$$\begin{aligned} \hat{L} &= W_1 * L_1 + W_2 * L_2 + W_3 * L_3 \\ &= (1/P) * ((\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3) * L_1 + (\Delta_1 + \Delta_2) * L_2 + (\Delta_1 * L_3)) \end{aligned}$$

Tabel 3.3.6. toont een simulatie-voorbeeld van voorspellingen in een fiktieve reeks levertijden met intervallen.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

Tabel 3.3.6. Simulatie van levertijd voorspelling ($e = L_{rel} - \hat{L}$).

Reeks Nr.	L rel Δ		S c h a t t i n g s m e t h o d e							
			a		b		c: $\alpha=0,1$		d: $\alpha=0,3$	
			\bar{L}	e	\hat{L}	e	\hat{L}	e	\hat{L}	e
i= 1	6	20	6		6,00		6,00		6,00	
i= 2	8	20	6	2	5,60	2,40	6,00	2,00	6,00	2,00
i= 3	6	21	6	0	6,67	-0,67	6,20	-0,20	6,60	-0,60
i= 4	3	25	6	-3	4,92	-1,92	6,18	-3,18	6,42	-3,42
i= 5	5	25	6	-1	4,49	0,51	5,86	-0,86	5,39	-0,39
i= 6	4	22	6	-2	4,18	-0,18	5,78	-1,78	5,28	-1,28
i= 7	6	20	6	0	5,19	0,81	5,60	0,40	4,89	1,11
i= 8	8	18	6	2	6,72	1,28	5,64	2,36	5,23	2,77
i= 9	9	19	6	3	8,17	0,83	5,87	3,13	6,06	2,94
i=10	6	20	6	0	7,35	-1,35	6,19	-0,19	6,94	-0,94
i=11	5	20	6	-1	6,01	-1,01	6,17	-1,17	6,66	-1,66
i=12	7	17	6	1	6,18	0,82	6,05	0,95	6,16	0,84
som negatieve afw.			-7		-5,13		-7,37		-8,29	
som positieve afw.			8		10,65		8,84		9,66	
som absolute afw.			15		15,77		16,21		17,95	

Table 3.3.6. Simulation of registration of leadtimes.

Method a.: no estimate; parameter equals average leadtime.

Method b.: estimate of leadtime as described in this section.

Method c. and d: estimate of leadtime by exponential smoothing.

Daarbij is de schatting \hat{L} gedaan volgens:

a. geen schatting, $\hat{L} = L\text{-par}$, met $L\text{-par} = \bar{L}$;

b. bovenstaande methode;

c. gewone effening met $\alpha = 0,1$;

d. gewone effening met $\alpha = 0,3$.

Daaruit vallen enkele effecten op:

1. Als alle Δ 's in dezelfde orde van grootte blijven, is er weinig verschil tussen a. en d.
2. Een plotselinge sterke nivo-verandering kan op geen van deze wijzen adequaat ondervangen worden.
3. In dit voorbeeld zijn intervallen (Δ) genomen van ca. $1/2$ a $1/3$ jaar, overeenkomend met 2 a 3 keer per jaar bestellen. Het is niet bekend of plotselinge nivo-veranderingen per artikel enkele perioden Δ aanhouden.
4. Wanneer levertijden uitlopen en/of de vraag toeneemt, waardoor bestellingen elkaar gaan overlappen, is bovenstaande methode in deze vorm niet meer effectief.

Levertijd-voorspelling per artikel heeft dus alleen zin als de bestel-frequentie $\langle n \rangle$ hoog genoeg is om enige correlatie tussen opeenvolgende levertijden te mogen veronderstellen, ca. $n \geq 4$.

Voor langzaamlopende artikelen met ca. $n < 4$ zou het zinvol kunnen zijn om

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN LEVERTIJDEN

de levertijden per groep te beoordelen. In dat licht blijft levertijd-registratie nuttig om daarmee de afwijkingen in het groepspatroon tijdig te signaleren en daar maatregelen voor te treffen. Die kunnen bestaan uit:

- aanpassen van de groeps-parameter;
- aanpassen van een artikel-parameter;
- akties naar de leverancier toe.

3.3.3 konklusies.

Het levertijden-programma heeft duidelijk aangetoond dat er per leverancier grote verschillen in levertijden voorkomen, waardoor een deel van de artikelen te vroeg komt (te hoge voorraden) en een deel te laat (tekorten). Ook blijken er tussen leveranciers onderling grote verschillen voor te komen in zowel de lengte als de regelmaat van de levertijden.

Door een individuele registratie per artikel-leverancier kunnen de uitschieters geïdentificeerd worden, zodat een betere bewaking mogelijk wordt en het bestelproces beter bestuurbaar wordt (zie volgende hoofdstuk). Door regelmatig de leveranciers aan te spreken op het nakomen van hun leverings-afspraken op grond van geregistreeerde cijfers, kunnen uitschieters voor een deel voorkomen worden.

3.4 ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

3.4.1 Voorraadbeheer als regelsysteem.

Motivering

1. Situatie bij importeur X.

In het voorraadbeheer bij Importeur X werd met tamelijk vage doelstellingen gewerkt in termen als: "we streven een optimale service na", of "we proberen zo verantwoord mogelijk in te kopen". Daarbij was er geen parameter voorhanden om de kwaliteit van de service precies aan te geven, terwijl men wel voortdurend met inkoerante voorraden gekonfronteerd werd.

Daar de inkopers praktisch alle bestellingen op grond van eigen overwegingen verrichtten, hadden zij behoefte aan enerzijds wat meer richtlijnen, anderzijds aan een terugkoppeling van hun handelingen.

Het onderdelenmanagement had ook behoefte aan een betere maat voor de prestaties van het voorraadstelsel dan alleen de verkoopcijfers en de backorder positie. Met een servicegraadoverzicht zou men zowel naar de direktie als naar de afnemers toe, aan kunnen tonen hoe goed (of slecht) de uitlevering verloopt ten opzichte van de gestelde normen.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

2. Rendement nuancering servicegraad-norm.

In een operationeel voorraad systeem moet er onderscheid gemaakt worden tussen de servicegraad als doelstelling of norm (β -ds) en de gerealiseerde servicegraad (β -rel). De norm voor de servicegraad wordt vastgesteld per artikel, terwijl de behaalde servicegraad berekend wordt op grond van de verkoop-gegevens van elk van de produkten.

In tabel 3.4.3. en 3.4.4. wordt in een voorbeeld op basis van de logistische verdeling (Van Beek, [1978]), het verband tussen gewenste servicegraad en gemiddelde voorraadhoogte getoond. Voor het doen toenemen van de servicegraad van 75 % naar 95 % blijkt 40 % a 60 % meer voorraad benodigd te zijn (analoog Hoft).

Op basis van dit principe kan een voorraadbeparing bereikt worden door voor onderdelen die minder kritisch zijn (zie 3.4.5.) een lagere service na te streven.

3. Afwijkingen van norm.

In de literatuur over voorraadbeheer wordt het begrip servicegraad gebruikt voor de berekening van de veiligheidsvoorraad als onderdeel van het B-nivo, terwijl weinig vermeld wordt over het meten en terugkoppelen van de servicegraad. In de praktijk zijn er echter diverse oorzaken waardoor een afwijkende servicegraad gerealiseerd wordt, zodat aan de hand van de afwijkingen naar de oorzaken gezocht kan worden. Zie Hst 3.4.7.

4. Terugkoppeling.

Gesteld dat het formele bestelsysteem funktioneert op basis van een statistisch verantwoorde afnamevoorspelling en een geoptimaliseerd bestelnivo, dan zit er een zekere redundantie in de terugkoppeling via de servicegraad, aangezien de voorspelmethode ook met terugkoppeling werkt (zie Hst 3.5). Desniettemin is meting van de gerealiseerde servicegraad van belang omdat deze

- a. ook de inbreng van de inkopers tot uiting laat komen;
- b. over groepen artikelen gemeten kan worden;
- c. een begrijpelijke maat voor de prestatie van het systeem is.

Er zijn dus gegronde redenen om de na te streven norm-servicegraad te vergelijken met de in werkelijkheid gerealiseerde servicegraad.

Aanpak:

Op grond van deze overwegingen is de servicegraad als doelstelling voor een operationeel voorraadsysteem in deze studie verder uitgewerkt. Achtereenvolgens komen aan de orde:

1. werking van een bestelmodel;
2. definitie van servicegraad;
3. doelstelling;
4. meting;
5. terugkoppeling;
6. modelonderzoek.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

3.4.2 Werking van een bestelmodel.

Achtergrond

De berekening van het bestel-nivo (B-nivo of B) waarmee een servicegraad-norm wordt nagestreefd, wordt gedefinieerd aan de hand van een bepaald voorraadmodel, waarin wordt vastgelegd: al of niet met een vast interval de voorraad beoordelen en al of niet met een vaste hoeveelheid bestellen. De meest bekende modellen zijn:

- B,Q-systeem: zodra de economische voorraad 1) op of onder het B-nivo geraakt wordt een vaste hoeveelheid Q besteld;
- T,s,S-systeem: na ieder interval T ("review time") wordt de economische voorraad beoordeeld en als deze op of onder het s-nivo gezakt is, dan wordt een hoeveelheid S - s bijbesteld.

Voor gedetailleerde uitleg zij verwezen naar Hadley & Whitin [1963], Tersine [1982], Peterson & Silver [1977] e.a.

In de meeste handelsbedrijven wordt om praktische redenen een periodieke beoordeling verricht, zodat een T,s,S-systeem optimaal zou zijn. Daar staat tegenover dat men vaak gebonden is aan vaste of minimum inkoop-hoeveelheden al of niet in de vorm van verpakkingen, zodat men in de praktijk vaak als tussenvorm een s,Q-systeem aantreft.

Een belangrijk model-aspekt is of niet-gehonoreerde aanvragen verloren gaan ("lost sales case") of dat deze in backorder genomen worden ("backorder case"). Exakte optimalisering in de lost sales case is bij stochastische afname en stochastische levertijd theoretisch niet mogelijk (Hadley & Whitin [1963], Schneider, [1980]). In het geval van reserve-onderdelen kan aangenomen worden dat in de meeste gevallen de backorder case van kracht is. Figuur 3.4.1. toont een schema van een B,Q-systeem met stochastische vraag en deterministische levertijd.

Voor het berekenen van een bestelnivo zijn per artikel de volgende grootheden en parameters nodig:

μ_{LD} = verwachte afname in de levertijd;

σ_{LD} = standaardafwijking van μ_{LD} ;

Q = bestelhoeveelheid;

$f(x)$ = kansdichtheid van de afname in de levertijd;

β_{ds} = servicegraad-norm (doelstelling);

Het B-nivo wordt bepaald volgens:

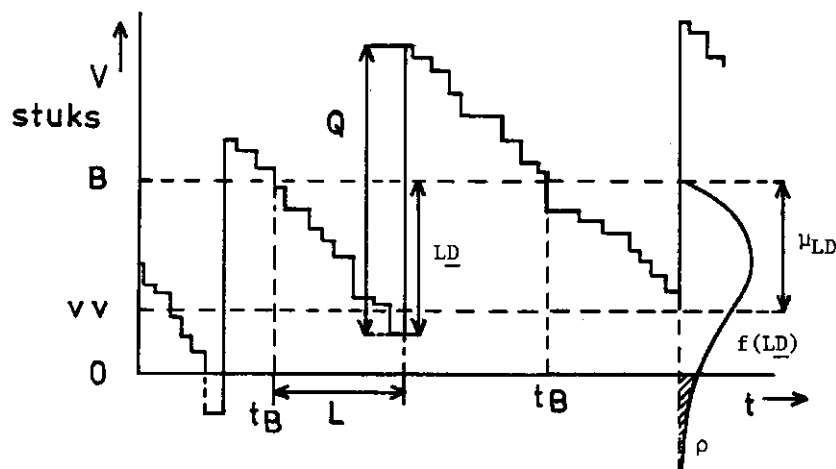
$$B = \mu_{LD} + VV \quad (3.4.1.)$$

met $VV = K * \sigma_{LD}$ = veiligheidsvoorraad (3.4.2.)

De waarde van K (veiligheidsfaktor) moet zodanig bepaald worden dat het systeem naar β_{ds} stuurt.

1) Ekon.voorr.=fysieke vrd + uitstaande bestellingen - backorders

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD



Figuur 3.4.1. B,Q-systeem met stochastische vraag en deterministische levertijd. De curve stelt de kansverdeling van de afname in de levertijd voor met een kans ρ op een tekort.

Figure 3.4.1. B,Q-system with stochastic demand and deterministic lead-time. The curve shows the probability density distribution of lead-time demand with probability ρ for a shortage.

De verwachting van het aantal stuks tekort in een bestelcyclus is

$$\varepsilon(\text{aantal stuks tekort}) = (1 - \beta) * Q.$$

Indien $f(x) = \phi(x) = N(0,1)$, normaal verdeeld, dan geldt dat

$$\begin{aligned} (1 - \beta) &= \frac{\varepsilon(\text{aantal stuks tekort})}{Q} = \\ &= \varepsilon(x > B) = \sigma_{LD} * \varepsilon(\chi > K) \end{aligned} \quad (3.4.3)$$

(Brown, Tersine e.a.), zodat de servicegraad wordt:

$$\beta = 1 - \frac{\sigma_{LD} * \varepsilon(\chi > K)}{Q} \quad (3.4.4)$$

$$\text{zodat} \quad \varepsilon(\chi \geq K) = (1 - \beta) * \frac{Q}{\sigma_{LD}} \quad (3.4.5)$$

(3.4.5) heet de partiële verwachting van χ boven K . Deze is getabelleerd voor de Normale verdeling (Tersine, Thomopoulos, Hadley & Whitin e.a.), zodat met het rechterlid van (3.4.5) de bijbehorende K geïnterpoleerd kan worden.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Bijlage B toont een algoritme waarmee de partiele verwachting exakt berekend wordt met B als direkte resultante. Direkte berekening van K is bijzonder praktisch voor geautomatiseerde toepassingen. Dit kan bereikt worden voor de Logistische verdeling (van Beek, Fortuin), de Gamma-verdeling (Van der Veen) en de Laplace-verdeling (Peterson & Silver).

Voor de Logistische verdeling geldt:

$$K = - \frac{\sqrt{3}}{\pi} * \text{Ln}(\text{EXP}(\frac{Q * \pi}{\sigma_{LD} \sqrt{3}} * (1 - \beta)) - 1) \quad (3.4.6)$$

In tabel 3.4.1. en 3.4.2. zijn enige B-nivo's berekend met (3.4.6.)

Voor de Laplace-verdeling geldt:

$$K = \frac{1}{\sqrt{2}} * \text{Log}(\frac{1}{2 * (1 - \beta)}) \quad (3.4.7)$$

Voor de Gamma-verdeling geeft Van der Veen een approximatie die in ca. 15 programma-regels uit te voeren is, met K als uitkomst (zie bijlage B).

Tabel 3.4.1. Bestelnivo's volgens Logistische verdeling bij waarden van:
jaarafname=78; Levertijd=4 wk; afn./levt.=6; $\sigma = 3,51$; $Q^*=5$.

Q= 1	8	9	9	10	12	13	16	21
Q= 2	6	7	8	9	10	12	15	19
Q= 3	5	6	7	8	9	11	14	18
Q= 4	4	6	6	7	9	10	13	18
Q= 5	3	5	6	7	8	10	13	18
Q= 6	3	4	5	6	8	9	13	17
Q= 7	2	4	5	6	8	9	12	17
Q= 8	1	3	4	6	7	9	12	17
Q= 9	1	3	4	5	7	9	12	16
Q=10	0	2	3	5	7	8	12	16
Q=11	0	2	3	5	7	8	11	16

$\beta \Rightarrow$ 0,40 0,60 0,70 0,80 0,90 0,95 0,99 0,999

Table 3.4.1. Reorder levels based on Logistic density function for values of: Yearly demand=78; leadtime=4 weeks; leadtime-demand=6; standard dev.=3,51; Wilson lotsize=5.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Tabel 3.4.2. Bestelnivo's volgens Logistische verdeling bij waarden van:
jaarafname=19,5; Levertijd=4 wk; afn./levt.=1,5; $\sigma = 1,33$;
 $Q^*=2$.

Q=1	1	2	2	2	3	3	5	6
Q=2	0	1	1	2	2	3	4	6
Q=3	0	0	1	1	2	3	4	6
Q=4	0	0	0	1	2	2	4	5
Q=5	0	0	0	1	2	2	3	5
Q=6	-1	0	0	0	1	2	3	5
Q=7	-2	0	0	0	1	2	3	5
Q=8	-2	-1	0	0	1	2	3	5
Q=9	-3	-1	0	0	1	2	3	5
Q=10	-3	-1	0	0	1	2	3	5
Q=11	-4	-2	-1	0	1	1	3	5

$\beta \Rightarrow$ 0,40 0,60 0,70 0,80 0,90 0,95 0,99 0,999

Table 3.4.2. Reorder levels based on Logistic density function for values of: Yearly demand=19,5; leadtime=4 weeks; leadtime-demand=1,5; standard dev.=1,33; Wilson lotsize=2.

Indien $f(k) = \phi(k) = P(k = k)$ een diskrete Poissonverdeling is met parameter μ , dan neemt (3.4.4) de volgende vorm aan:

$$(1 - \beta) * Q = \sum_{k=B+1}^{\infty} (k - B) * f(k), \quad (3.4.8)$$

hetgeen te herleiden is tot:

$$(1 - \beta) * Q = (1 - \phi(B)) * (\mu_{LD} - B) + \phi(B) * \mu_{LD}, \quad (3.4.9)$$

waarbij Φ en ϕ eenvoudig rekursief ontwikkeld kunnen worden in B, net zolang tot het rechter lid in (3.4.9) kleiner of gelijk het linker lid is. Dit proces is grafisch weergegeven in fig. 3.4.2.

In Hst 3.5. wordt de gevoeligheid van het voorraadstelsel voor de gekozen verdeling verder behandeld.

Optimalisering.

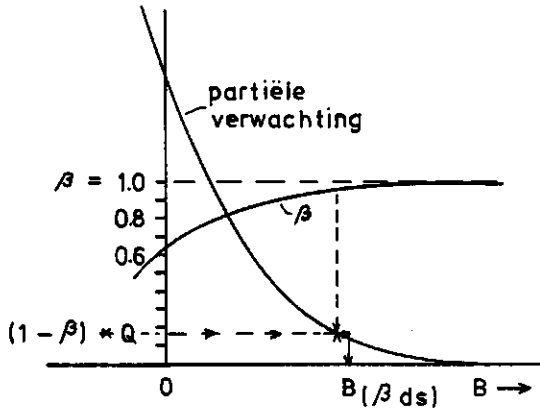
Om tot een optimaal voorraadbeheer te komen moeten tegen elkaar afgewogen worden de kosten van:

- voorraad houden $(H = a * P)$,
- bestellen (F) ,
- tekort per stuk (II) ,
- tekort per stuk per week (II') .

Voor een gedetailleerde beschrijving van deze kosten zij verwezen naar Hadley & Whitin hst.1.7.

In het gestileerde model met deterministische vraag en geen stockouts komt de gemiddelde voorraad op:

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD



Figuur 3.4.2. Bepaling van B-nivo met behulp van de partiële verwachting als functie van β .

Figure 3.4.2. Determination of reorder level by means of partial expectation as a function of degree of service (β).

$$\bar{V} = \frac{1}{2} * Q + VV = \frac{1}{2} * Q + B - \mu_{LD}, \quad (3.4.10)$$

zodat de totale jaarkosten worden:

$$C_{\text{tot}} = F * m + a * P * (B - \mu_{LD} - \frac{Q}{2}) \quad (3.4.11)$$

met $m = \frac{D}{Q}$, het aantal bestellingen per jaar.

Het minimale kostenpeil m.b.t. Q wordt dan bereikt bij:

$$\frac{dC}{dQ} = - \frac{F * D}{Q^2} - \frac{a * P}{2 * Q} = 0 \quad (3.4.12)$$

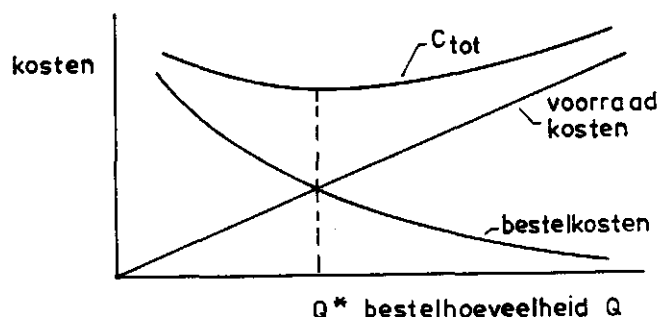
zodat de optimale bestelhoeveelheid wordt:

$$Q^* = \left\{ \frac{2 * D * F}{a * P} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (3.4.13)$$

bekend als de formule van Camp, Andler of Wilson (zie figuur 3.4.3.).
In het geval van stochastische vraag en tekorten in backorder komt de gemiddelde voorraad uit op (Van Beek [1981]):

$$\bar{V} = \frac{1}{2} * Q + VV + \mu_D * \mu_{\Delta}, \quad (3.4.14)$$

waarin Δ = de fraktie van de tijd dat het systeem buiten voorraad is.



Figuur 3.4.3. Bepaling van de optimale bestelhoeveelheid door afweging van bestel- en voorraad kosten

Figure 3.4.3. Determination of optimal orderquantity by minimizing order- and inventory carrying costs.

(3.4.11) gaat dan over in:

$$C_{\text{tot}} = F * m + H * \left(\frac{Q}{2} + VV\right) + \Pi * m * \varepsilon(\underline{x} > B) \quad (3.4.15)$$

$$\text{met } \varepsilon(\underline{x} > B) = \int_B^{\infty} (x - B) f(x) dx \quad (3.4.16)$$

reeds bekend als de partiële verwachting van \underline{x} boven B.
Minimalisering van C_{tot} m.b.t. Q levert:

$$Q_{\text{opt}} = \left\{ \frac{2 * D * (F + \Pi * E(x > B))}{H} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (3.4.17)$$

Merk op dat $Q_{\text{opt}} > Q^*$ onder invloed van Π .
Minimalisering van C_{tot} m.b.t. B levert de optimale buiten-voorraadkans:

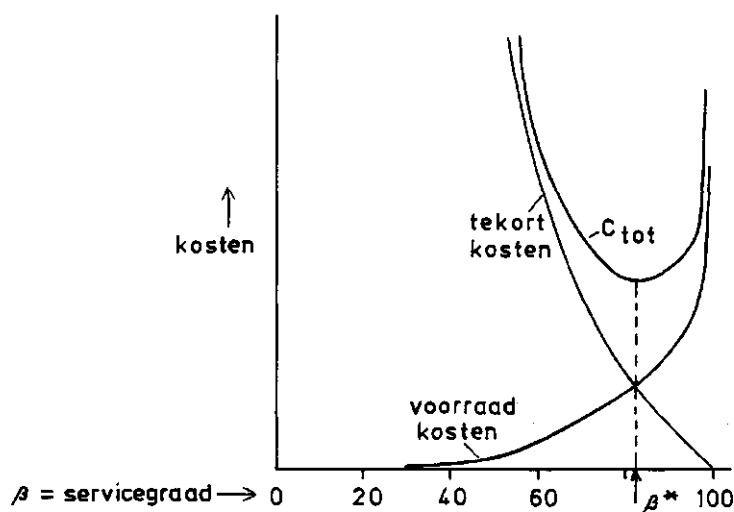
$$P(\underline{x} > B) = (1 - \beta) = \frac{H}{\Pi * m} \quad (3.4.18)$$

(zie Tersine [1982]). Zie figuur 3.4.4.

Dit aspect van afhankelijkheid tussen B, β en Q wordt door diverse auteurs nauwkeuriger uitgewerkt (Rutz [1975], Van Beek [1978] Hadley & Whitin [1963, sec.4-8]), waardoor een gezamenlijke optimalisering van B en Q op basis van F, H en Π bereikt kan worden. Dit vereist echter evaluatie c.q. berekening van aanzienlijk complexere functies dan hier is aangegeven, bijvoorbeeld Hadley & Whitin:

$$\left\{ 1 - \frac{(\Pi' + H)}{D * \Pi} * (B - \mu_{LD}) \right\} * (1 - \phi(B; \mu_{LD})) + \frac{(\Pi' + H) * B}{D * \Pi} * \phi(B; \mu_{LD}) > \frac{Q * H}{D * \Pi} \quad (3.4.19)$$

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD



Figuur 3.4.4. Bepaling van de optimale servicegraad (β^*) door afweging van voorraad- en tekortkosten.

Figure 3.4.4. Determination of optimal degree of service (β^*) by minimizing inventory- and shortage costs.

De gesuggereerde nauwkeurigheid is hierbij twijfelachtig in het licht van de onnauwkeurige kostenschattingen.

Het effect van Q , β en B op de gemiddelde voorraad wordt getoond in tabel 3.4.3. en 3.4.4.

Tabel 3.4.3. gemiddelde voorraad (stuks) met B-nivo volgens Logistische verdeling bij waarden van: jaarafname=78; Levertijd=4 wk; afn./levt.=6; $\sigma = 3,5$; $Q^*=5$;

Q= 1	2,45	3,34	3,95	4,78	6,17	7,54	10,67	15,12
Q= 2	1,29	2,29	2,95	3,84	5,28	6,67	9,82	14,28
Q= 3	0,67	1,79	2,51	3,45	4,95	6,36	9,53	14,00
Q= 4	0,26	1,51	2,29	3,29	4,84	6,28	9,47	13,94
Q= 5	-0,04	1,35	2,19	3,25	4,86	6,33	9,54	14,01
Q= 6	-0,27	1,26	2,17	3,29	4,95	6,45	9,68	14,16
Q= 7	-0,47	1,22	2,20	3,38	5,10	6,62	9,88	14,36
Q= 8	-0,63	1,21	2,26	3,51	5,29	6,84	10,11	14,60
Q= 9	-0,78	1,23	2,35	3,67	5,51	7,09	10,38	14,87
Q=10	-0,91	1,26	2,46	3,85	5,75	7,36	10,67	15,17
Q=11	-1,04	1,31	2,59	4,05	6,01	7,65	10,98	15,48

Table 3.4.3. Average stock with reorder levels based on Logistic density function for values of: Yearly demand=78; leadtime=4 weeks; leadtime-demand=6; standard dev.=3,51; Wilson lotsize=5.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Tabel 3.4.4. gemiddelde voorraad (stuks) met B-nivo volgens Logistische verdeling bij waarden van: jaarafname=19,5; Levertijd=4 wk; afn./levt.=1,5; $\sigma = 1,33$; $Q^*=1$;

Q= 1	0,33	0,73	1,00	1,35	1,91	2,44	3,64	5,33
Q= 2	-0,04	0,50	0,83	1,23	1,85	2,41	3,63	5,32
Q= 3	-0,23	0,46	0,85	1,33	2,00	2,58	3,82	5,52
Q= 4	-0,37	0,49	0,96	1,50	2,23	2,85	4,11	5,81
Q= 5	-0,49	0,55	1,10	1,72	2,52	3,16	4,44	6,15
Q= 6	-0,59	0,63	1,27	1,96	2,83	3,50	4,80	6,52
Q= 7	-0,70	0,72	1,44	2,22	3,16	3,86	5,18	6,90
Q= 8	-0,80	0,81	1,63	2,49	3,50	4,23	5,58	7,30
Q= 9	-0,90	0,91	1,82	2,77	3,85	4,62	5,99	7,72
Q=10	-1,00	1,00	2,01	3,05	4,22	5,02	6,41	8,14
Q=11	-1,10	1,10	2,21	3,34	4,58	5,42	6,83	8,57
<hr/>								
$\beta \Rightarrow$	0,40	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95	0,99	0,999

Table 3.4.4. Average stock with reorder levels based on Logistic density function for values of: Yearly demand=19,5; leadtime=4 weeks; leadtime-demand=1,5; standard dev.=1,33; Wilson lotsize=5.

Boven geschetst model op basis van (3.4.9) en (3.4.12) of (3.4.17) wordt behandeld door R.G. Brown [1967] of Hadley & Whitin [1963, sec. 5, approximate models] en is later door velen overgenomen. Het is niet het exakte model, maar wel een benadering van het optimum die handzame formules oplevert. Zacharias [1982] zegt in dit verband: "Theoretisch exakte Ansätze zur Berechnung der optimalen Parameter einer (s,S)-Lagerhaltungspolitik sind mit den Verfahren der 'Dynamischen Programmierung', der 'Erneuerungstheorie', den 'MARKOV-ketten' und von Veinott/Wagner schon recht frueh berechnet worden. Da es sich allerdings bei diesen Ansätzen immer um rechenaufwendige Verfahren handelt, kann ihr Einsatz in einem Lager mit einem Artikelumfang realer Groessenordnung nicht gerechtfertigt werden. Wegen diesen numerischen Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Lagerkontrollparameter wurde nach Moeglichkeiten gesucht, diese Schwierigkeiten durch eine einfache, wenn gleich auch approximative Berechnung der Parameter zu umgehen". En verder: "In der OR- und BWL-Literatur 1) sind mit grosser Akribie anspruchsvolle, aber warscheinlich auch nie real verwendbare Lagerhaltungsmodelle entwickelt worden, ohne sich dabei Gedanken zu machen, woher eigentlich die erforderliche Daten genommen werden sollen." Met andere woorden: zolang de elementaire gegevens nog onbetrouwbaar of in geringe mate vorhanden zijn, is vergaande perfectie, gepaard gaande met sterk toenemende rekentijd, slechts van academisch belang.

Randvoorwaarden.

Er zijn enkele situaties waarbij de randvoorwaarden voor bovengenoemd model verstoord worden; deze betreffen in hoofdzaak:

1) EWL: Betriebswirtschaftslehre.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

1. De binnenkomst van een aanvul-order (Q) is niet toereikend om alle openstaande backorders op te lossen:

$$\int_{B+Q}^{\infty} (x - (B + Q)) f(x) dx > 0 \quad (3.4.20)$$

Deze kans is meestal verwaarloosbaar, temeer daar inkopers er naar streven $Q \geq \mu(\text{LD})$ te nemen. Dit laatste wordt gedaan om te voorkomen dat de leverancier bestellingen gaat samenvoegen.

2. De "overshoot" (de afname die de voorraad onder het bestelnivo brengt) mag niet te groot zijn in verhouding tot de gemiddelde ordergrootte en het B-nivo. De overshoot heeft in veel gevallen een hogere verwachtingswaarde dan de gemiddelde afname, omdat juist grote afnamen extra kans hebben om de voorraad onder het bestelnivo te brengen. In formule:

$$\varepsilon(\text{overshoot}) = \frac{\mu^2 + \sigma^2}{2 * \mu} \quad (3.4.21)$$

Als $\sigma = 0 \rightarrow \varepsilon(\text{o.sh.}) = 0,5 * \mu$;
als $\sigma = \mu \rightarrow \varepsilon(\text{o.sh.}) = \mu$ (negatief exponentieel).

3. Het beoordelingsinterval ("review-time", "lagerueberpruefungszeit") mag niet te groot worden, aangezien anders (3.4.8) naar een α -servicegraad in plaats van naar een β -servicegraad stuurt (Zacharias, Schneider) (zie Hst. 3.4.3.).
4. Het kans-model is meestal gebaseerd op de eerste twee momenten van de geregistreeerde afnamereeks. Het derde moment van de verdeling (de scheefheid) van de afnamereeks mag niet te veel afwijken van dat van de gehanteerde verdelingsfunctie $f(x)$ in het model (Fortuin).

Het regelmatig testen van deze randvoorwaarden en aanpassen van het model lijkt voorsnog voor de doelgroep van onderdelenleveranciers geen punt van prioriteit (vgl. Zacharias [1982, p.80]).

Kostenbepaling.

Het bepalen van de juiste kosten-factoren

- F = kosten per bestelling,
- H = bewaarkosten per stuk per jaar,
- II = tekortkosten per stuk,
- II' = tekortkosten per stuk per tijdseenheid,

per artikel is operationeel gezien moeilijk te verwezenlijken, waardoor de optimalisering moeilijk in praktijk te brengen is. In het kort komt dat neer op de volgende punten:

- de voorraadkosten bestaan uit: kosten van het in voorraad vastgelegde kapitaal + kosten van opslag van het onderdeel + kosten van veroudering of risico inkoerant.

Vooral de laatste twee kunnen niet nauwkeurig als variabele kosten per

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

artikel bepaald worden.

- De bestelkosten bestaan uit: de kosten per bestel-regel + de kosten per bestelling + de kosten van ontpakken, kontroleren en opbergen -/- kwantumkortingen. Deze elementen van de bestelkosten kunnen per artikel en per order verschillen. Daar komt bij dat het variabele kostendeel moeilijk te scheiden is van de vaste kosten, terwijl hier strikt genomen alleen de variabele kosten in rekening gebracht mogen worden.
- De kosten van een tekort worden veroorzaakt door het zo snel mogelijk weer aanvullen van de voorraad + het verlies aan goodwill en verloren verkopen in de toekomst. Het per artikel inschatten van de laatste is nauwelijks mogelijk (zie ook Hst.3.4.4).

Vanwege deze onzekerheden ten aanzien van de juiste kosten beperkt men zich vaak tot het kiezen van praktische waarden voor β en Q . Hiermee specificeert men echter impliciet een Π c.q. een Π' ; Tersine [1982] geeft berekeningen voor deze zgn "imputed stockout costs" wanneer de servicegraad gekozen wordt.

Het optimaliseringsprobleem (kostenminimalisatie) wordt daardoor meer een managementprobleem (sturen naar doelstelling).

3.4.3 Definities servicegraad.

Uit Hadley & Whitin volgt al een onderscheid naar verschillende servicegraad-definities (α , β , γ); deze worden door verscheidene auteurs verder uitgewerkt.

Schneeweiss [1981, Hst. 5.3.] definieert twee servicegraden:

1. α -servicegraad = de kans dat in een periode tekort optreedt; ook wel gedefinieerd als:

$$\alpha = \frac{\text{aantal bestel-cycli zonder tekort}}{\text{totaal aantal bestel-cycli}} \quad (3.4.22)$$

2. β -servicegraad:

$$\beta = \frac{\text{verwachting van de [direkt] vervulde vraag}}{\text{verwachting van de vraag}}, \quad (3.4.23)$$

beide gemeten over een lange periode.

De α -servicegraad is zodoende een maat voor het aantal keren dat een artikel buiten voorraad is, terwijl de β -servicegraad een maat is voor het aantal stuks dat niet direkt geleverd kan worden.

Tersine komt op analoge uitdrukkingen voor een B-Q-systeem met backorders. Daarnaast noemt hij de servicegraad als fraktie van het aantal werkdagen:

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

$$\alpha = 1 - \frac{\text{aantal werkdagen met tekort}}{\text{totaal aantal werkdagen}} \quad (3.4.24)$$

De servicegraad op tijd-basis blijkt daarbij praktisch gelijk te zijn aan die op basis van aantallen: "If an item is out of stock 10 % of the time, it is reasonable to assume that 10 % of the time demand is unsatisfied. Thus the service level based on the fraction of operating days is very similar to the service level based on the fraction of units demanded. For practical purposes the two approaches can be considered equivalent."

Bij Hadley & Whitin komen $(1 - \alpha)$ en $(1 - \beta)$ overeen met resp. $P(\text{out})$ en $E(Q, r)$, waarbij $E(Q, r) = D * P(\text{out})$ (sec.4-6, 4-46).

Tersine stelt dat de service per bestelcyclus niet voor alle artikelen vergelijkbaar is op jaarbasis, vanwege verschillen in de verhouding D/Q en in levertijd. Het verband tussen β per cyclus en β per jaar is dan:

$$\beta\text{-ds-jaar} = 1 - \frac{D}{Q} * (1 - \beta\text{-ds-cyclus}) \quad (3.4.24)$$

Corke (1977) voert de "phoney service-level" op als de α -service-graad gedurende de levertijd. De omrekening hiervan naar α -service-graad op jaarbasis verloopt volgens:

$$\alpha = \frac{Q - \mu_{LD}}{Q} + \frac{\mu_{LD} * T}{Q} \quad (3.4.26)$$

Dit komt overeen met Ritter [1977], die T de Toeleveringsgraad noemt en daarmee een eenvoudig hanteerbaar bestelmodel afleidt.

Schneider [1980] noemt in dit verband T de $\alpha(L)$ -servicegraad, gedefinieerd als de kans $P(\underline{x} < B)$ (\underline{x} = afname in de levertijd), en wijst erop dat deze niet als hanteerbare norm in te zetten is omdat daarmee artikelen met verschillende bestelcyclus een verschillend resultaat op jaarbasis opleveren.

Praktisch alle auteurs werken met bovenstaande definities (Thomopoulos, Buchan, Zacharias, Fortuin, Naddor, Van Beek, Van der Veen, Schneider, Schneeweiss). De meest recente publikaties over operationele modellen tenderen steeds meer naar de β -servicegraad (Schneeweiss, Schneider, Zacharias, Fortuin, Van Beek, Van der Veen, e.a.).

In dit onderzoek wordt nader geanalyseerd of de γ -servicegraad definitie een zinvolle bijdrage kan leveren voor de onderdelendistributie. (Zie ook Hst 3.4.8., modelstudies).

Gamma-servicegraad

In het geval van uitlevering van onderdelen is de uitleversnelheid vaak een belangrijke faktor. Cohen [1964] memoreert als een van de eersten als maat voor buiten-voorraad situaties het aantal stuks x dagen tekort, waarbij de duur van iedere backorder meegeteld wordt. Overigens hanteert hij de β -servicegraad om een bestelmodel te definiëren.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Cohen geeft aan in welke omgeving de verschillende definities het meest zinvol zijn:

- alfa : in produktiebedrijven waar een tekort van een of meer stuks een produktiestilstand tot gevolg heeft;
- beta : bij handelsbedrijven waar ieder stuks tekort eenzelfde additioneel kostenbedrag veroorzaakt;
- gamma : bij distributie-centra waar iedere dag dat het tekort langer duurt meer schade oplevert omdat de verkooppunten een voor een uitgeput raken.

Das [J.O.R.S. 1983] levert de meest recente publikatie waarin expliciet het nut genoemd wordt van γ voor de reserve-onderdelen, aangezien de wachttijd van machines een wezenlijke maat is voor de service. Das ontleent zijn definities en aanzet tot een algoritme aan Holt, Modigliani, Muth en Simon [1960], Hadley & Whitin [1963], Ho [1970] en Das [1977]. Hij ontwikkelt een approximatie voor B^* en Q^* , voor Gamma-verdeelde en Normaal verdeelde vraag gedurende de levertijd in een B,Q,I systeem. Deze approximatie bevat evenwel een 'open eind' voor de berekening van de overschrijdingskans van de kansdichtheidsfunctie.

Hij geeft geen expliciete definitie van γ en ook geen definitie en/of berekeningswijze voor γ -rel.

Schneider [Diskussionsarbeit, 1980] definieert een γ -servicegraad naast de α - en β -servicegraad van Schneeweiss. Hij gaat daarbij uit van verschillende soorten tekort-kosten:

Π_0 = kosten bij het optreden van een tekort,

Π = kosten per stuk tekort,

$\Pi.t$ = kosten per stuk per tijds-eenheid tekort.

Hij definieert de γ -servicegraad volgens:

$$\gamma = 1 - \frac{\text{verwachte aantal backorders per tijdseenheid}}{\text{vraag per tijdseenheid}} \quad (3.4.27)$$

Om het verschil te zien met de woordelijke definitie van de β -servicegraad, moeten we iets dieper ingaan op de definitie van backorders door Hadley & Whitin. Deze gaan in sec.2.5 uit van tijdsafhankelijke buitenvoorraadkosten:

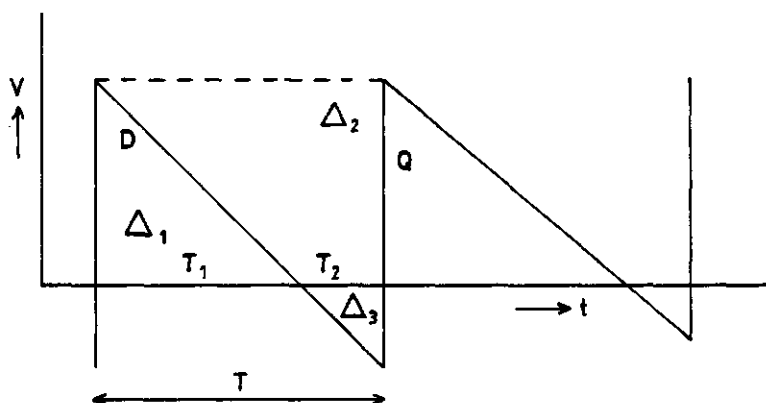
$$\Pi + \Pi' * t$$

met t = de tijd gedurende welke een backorder open staat.

Uit figuur 3.4.5. (konstante afname) blijkt dat de backorderkosten per bestelcyclus uitkomen op:

$$\begin{aligned} \Pi * s + \Pi' * \int_0^{T_2} D(t) dt &= \Pi * s + \Pi' * \frac{1}{2} D T_2^2 = \\ &= \Pi * s + \Pi' * \frac{s^2}{2 * D} \end{aligned} \quad (3.4.28)$$

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD



Figuur 3.4.5. Gestileerd voorraadverloop met konstante afname voor bepaling γ -servicegraad.

Figure 3.4.5. Determination of γ -service.

$$\text{waarbij } s^2 / 2 * D = \Delta_3 \quad (3.4.29)$$

Term (3.4.29) is de oppervlakte van driehoekje 3 (Δ_3) met dimensie "stuks * tijdseenheid" per bestelcyclus, wat overeen komt met de dimensie van Π' . Noemen we de oppervlakte van driehoek 2 Δ_2 , dan kan Δ_2 beschreven worden door:

$$\Delta_2 = \frac{Q * Q}{2 * D} \quad (3.4.30)$$

(Deze uitdrukking komt weer terug bij de METING van γ -rel).
De γ -servicegraad wordt dan:

$$\gamma = \frac{\Delta_2 - \Delta_3}{\Delta_2} = 1 - \frac{T_2 * s}{T * Q} \quad (3.4.31)$$

per bestelcyclus.

Aangezien $(1 - T_2/T)$ en $(1 - s/Q)$ overeenkomen met respectievelijk α -en β -servicegraad, moet gelden:

$$1 - \gamma = (1 - \alpha) * (1 - \beta) \quad (3.4.32)$$

Dit geldt evenwel slechts in het geval van konstante vraag en vaste lever-tijd; voor stochastische vraag kunnen we het aantal stuks * weken tekort per bestelcyclus afleiden uit Hadley & Whitin. Deze definiëren (in 4-47 - 4-52, "B(Q,r)") $W(Q,B)$ als "expected number of backorders at any point in time", maar ook als "average unit years of shortage incurred per year". De dimensie van $W(Q,B)$ is dan "stuks * tijdseenheid per jaar", wat door te delen door het aantal bestelcycli per jaar (D/Q) teruggebracht wordt tot "stuks * tijdseenheid per bestelcyclus". (3.4.31) wordt dan:

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

$$\gamma = 1 - W(Q,B) * \frac{Q}{D} * \frac{2 * D}{Q * Q} = 1 - \frac{2 * W(Q,B)}{Q} \quad (3.4.33)$$

De dimensie in (3.4.33) wordt: (stuks * tijd / tijd) / stuks, wat dimensieloos is, net als γ .

In (3.4.33) wordt $W(Q,B)$ genormeerd op het tweedimensionale "stuks x weken gevraagd", wat moeilijk te bevatten is, maar wel nodig is voor de berekening van γ -ds. We zien nu dat Schneider hier een andere interpretatie aan gegeven heeft, want hij normeert $W(Q,B)$ op $\mu(D)$:

$$\gamma = 1 - \frac{W(Q,B)}{\mu_D} \quad (3.4.34)$$

Wat in het licht van bovenstaande niet logisch is, terwijl ook de dimensies niet kloppen.

Hadley & Whitin werken vervolgens $W(Q,B)$ uit:

$$W(Q,B) = 1/Q * \{U(B) - U(B + Q)\}, \quad (3.4.35)$$

Aangezien $U(B + Q)$ staat voor de kans op een tekort na ontvangst van Q , kan $U(B + Q)$ verwaarloosd worden (sec.4-8).

Voor de Poisson-verdeling wordt $U(B)$ (sec.4-7):

$$U(B) = \sum_{k=s+1}^{\infty} (k - (s + 1)) * (1 - \Phi(k)) \quad (3.4.36)$$

waarin $\Phi(k)$ = kumulatieve verdelingsfunctie van k .

Voor de Normale verdeling wordt $U(B)$ (sec.4-9):

$$U(B) = \frac{1}{2} \sigma^2 * ((1 + \frac{x_n^2}{\sigma^2}) * \Phi(x_n) - x_n * \phi(x_n)) \quad (3.4.37)$$

met: $x_n = \frac{x - \mu}{\sigma} = N(0,1)$, de genormeerde stochastische variabele.

In bijlage B wordt een rekenroutine hiervoor gegeven.

In tabellen 3.4.5. en 3.4.6. worden B-nivo's volgens de γ -en de β -definitie vergeleken op basis van de Poisson-verdeling.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Tabel 3.4.5. B-nivo's volgens γ -servicegraaddefinitie op basis van Poisson-verdeling, bij waarden van:
Jaarafname=156; Afn./levt.=12; Levertijd=4 wk; $Q^*=7$

Q= 1	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Q= 2	15	16	17	18	19	20	21	22	24
Q= 3	14	15	16	17	18	19	20	21	23
Q= 4	13	14	15	16	17	18	19	20	23
Q= 5	12	13	14	15	16	17	18	19	22
Q= 6	11	12	13	14	15	16	17	19	22
Q= 7	10	11	12	13	14	15	16	18	21
Q= 8	9	10	11	12	13	14	15	18	21
Q= 9	8	9	10	11	12	13	14	17	21
Q=10	8	9	10	11	12	13	14	17	20
Q=11	7	8	9	10	11	12	14	17	20

$\gamma \Rightarrow 0,40 \ 0,50 \ 0,60 \ 0,70 \ 0,80 \ 0,90 \ 0,95 \ 0,99 \ 0,999$

Table 3.4.5. Reorder levels for Poisson distributed demand and γ -servicelevel, for values of: Yearly demand=156; leadtime=4 weeks; leadtime-demand=12; Wilson lotsize=7.

Als men de uitkomsten uit bovenstaande tabel vergelijkt met B-nivo's volgens β -servicegraad, dan blijkt dat de verschillen gering zijn.

Tabel 3.4.6. Bestelnivo's volgens Poisson-verdeling en β -servicegraad bij waarden van:
jaarafname=156; levertijd=4 wk; afn./levt.=12; $Q^*=7$.

Q= 1	15	16	17	18	19	20	21	22	25
Q= 2	13	14	15	16	17	18	19	21	24
Q= 3	12	13	14	15	16	17	18	20	23
Q= 4	11	12	13	14	15	16	17	20	23
Q= 5	10	11	12	13	14	15	16	19	23
Q= 6	9	10	11	12	13	15	16	19	22
Q= 7	8	9	10	11	12	14	16	19	22
Q= 8	8	9	10	11	12	14	16	19	22
Q= 9	7	8	9	10	12	14	15	18	22
Q=10	7	8	9	10	11	13	15	18	22
Q=11	6	7	8	10	11	13	15	18	22

$\beta \Rightarrow 0,40 \ 0,50 \ 0,60 \ 0,70 \ 0,80 \ 0,90 \ 0,95 \ 0,99 \ 0,999$

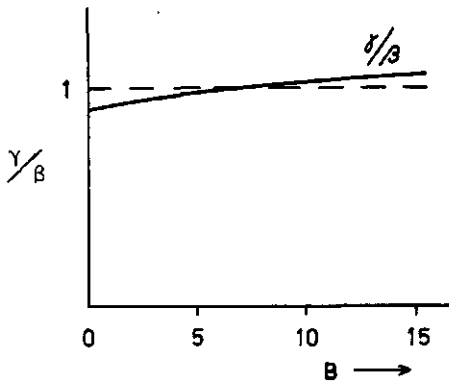
Table 3.4.6. Reorder levels for Poisson distributed demand and β -servicelevel, for values of: Yearly demand=156; leadtime=4 weeks; leadtime demand=12; Wilson lotsize=7.

Bijlage B geeft een vergelijking van B-nivo's berekend volgens de γ -servicegraad op basis van Poisson- en Normale verdeling, met B-nivo's berekend volgens β -servicegraad op basis van de Logistische, de Gamma-, de Laplace, de Normale- en de Poisson-verdeling.

In figuur 3.4.6. is de verhouding γ/β grafisch weergegeven, waaruit blijkt dat meestal $\gamma < \beta$ bij een willekeurig Bnivo, terwijl beide naar 1 konvergeren bij praktisch dezelfde waarden van B.

Uit de vergelijking van B-nivo's volgens γ - en β -definitie blijkt

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD



Figuur 3.4.6. Verhouding γ - en β servicegraad als functie van het bestelnivo (B).

Figure 3.4.6. Ratio of γ - and β -service as a function of reorder level (B).

dat γ meestal een hoger B-nivo oplevert dan β , behalve bij lage servicegraad waarden. Uit de simulaties, waarin ook de γ -rel gemeten is, (zie 3.4.8 en hst.7) blijkt dat de γ -rel steeds hoger uitvalt dan de β -rel bij dezelfde β -ds (als er tenminste geen onverwachte wachttijden optreden).

Praktisch gezien betekent dit dat men bij hantering van de γ -definitie voor de servicegraadoelstelling met dezelfde normen kan werken als bij hantering van de β definitie zonder noemenswaardige fouten te maken. Verandering van de servicegraad-definitie leidt hoogstens tot geringe wijzigingen in de bestelnivo's bij handhaving van de doelstellingswaarden.

Impliciete tijd-afhankelijke tekortkosten

De vraag rijst nu welke tijd-afhankelijke tekort kosten we impliciet toegerekend hebben door een γ -ds te kiezen, de zgn "imputed stockout cost" (zie ook 3.4.2. en Tersine [1982]). Aan de hand van (3.4.19), waaruit Hadley & Whitin de optimale Q^* en B^* berekenen, kunnen we een uitdrukking voor Π' vinden door aan te nemen dat de gekozen of berekende B en Q optimaal zijn. We vinden dan:

$$\Pi' = \frac{H * Q^2 - 2 * D * (F + a(B) * \Pi)}{2 * H * U(B)} \quad (3.4.38)$$

(zie H. & Wh. 4-73).

Een eenvoudige uitdrukking voor γ (opt) zoals bij (3.4.18) is hier niet uit te halen, omdat daarin onder meer $\Pi * \beta$ aanwezig blijft. De afweging van kosten en kansverdelingen is hier anders dan bij (3.4.18). De eenvoud waarmee de ingestelde β -servicegraad geverifieerd kan worden door de

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

impliciete kostenafweging te herleiden ligt bij de γ -servicegraad minder voor de hand, terwijl deze ook gevoelsmatig minder eenvoudig te bevatten is.

Een tweede probleem, of liever een beperking van deze servicegraaddefinitie, is dat verloren verkopen (lost sales) er per definitie niet in meetellen, slechts de backorders. Dit gevoegd bij de meer gekompliceerde optimalisering maakt dat deze norm in de praktijk voor zover bekend niet gebruikt wordt.

Met de formules (3.4.33), (3.4.36), (3.4.37) en de uitwerking daarvan in bijlage B is echter aangetoond dat berekening van de doel-waarde mogelijk is; in 3.4.5.1 wordt aangetoond dat ook meting mogelijk is, zodat de γ -service als stuurgrootheid gebruikt kan worden. In bijlage B wordt ook een berekening gegeven voor γ -service in bestelmodellen met vast beoordelings-interval.

3.4.4 Bepaling van de servicegraad-norm

Kriteria.

Ritter [1977] geeft aan dat de bepaling van de optimale β -ds met behulp van voorraadkosten $-a^*P$ - en schadekosten $- \Pi$ - voor een importeur niet uit te voeren is om de volgende redenen:

- de kwantificering van de door de gebruiker ondervonden schade naar de leverancier toe is grotendeels onbekend;
- de omstandigheden waaronder een onderdeel niet leverbaar is kunnen zeer uiteenlopend zijn;
- de gevolgen op het koopgedrag op langere termijn zijn onbekend;
- er is niet altijd sprake van verloren verkopen.

Aangezien dit probleem in meerdere bedrijfstakken voorkomt, gaat men in zulke gevallen uit van een min of meer gevoelsmatige instelling van een servicegraad-doelstelling. Ervaringen in de praktijk (Hoft, Ritter, Van der Schee) wijzen echter uit dat de inkopers niet a priori een expliciete keus kunnen maken; zij kiezen liever het zekere voor het onzekere en streven naar 99 % service. Om toch nuancering aan te brengen is het nodig om objectieve maatstaven aan te leggen. Zo'n maatstaf moet artikel-gebonden zijn en relevant voor de service-verlening. De door Ritter aangegeven technische vitaliteit van het onderdeel in het werktuig werd door de in- en verkopers van diverse importeurs erkend als een goed criterium. Om redenen van hanteerbaarheid wordt aangeraden 3 (eventueel 5) klassen van technische vitaliteit te definiëren, die direkt verbonden worden aan een servicegraad-doelstelling. Bijvoorbeeld volgens de indeling in tabel 3.4.7.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Tabel 3.4.7. Definitie van vitaliteitsklassen.

Vitaliteits-klasse	service- graad-ds	effekt van breuk van onderdeel op functioneren van werktuig	vervangings- termijn
A	98 %	geheel onbruikbaar	direct
B	80 %	kan nog enige tijd functioneren, zij het minder goed	eerst volgende gelegenheid
C	65 %	normaal bruikbaar	te zijner tijd

Table 3.4.7. Definition of classes of vitality.

Wanneer men hier effectief mee heeft leren omgaan, kunnen verdere verfijningen worden aangebracht.

Uit gesprekken met inkopers, waarbij hen gevraagd werd van diverse onderdelen de vitaliteit volgens deze klassen aan te geven, bleek dat zij regelmatig de minder vitale snellopers toch in A indeelden. Dit geeft aan dat de inkopers niet gewend zijn aan het mechanisme van op elkaar inwerkende afnamesnelheid en servicegraad in het voorraadbeheer. Er kwam echter ook uit naar voren dat bij snellopers vaak wel sprake is van verloren verkopen, in tegenstelling tot de aanname in Hst 3.4.2. (achtergrond). Dit is te verklaren door het feit dat deze artikelen aantrekkelijk zijn voor de vrije materialen-handel en daardoor makkelijker elders te krijgen zijn. Gekonkludeerd moet worden dat er naast het criterium technische vitaliteit ook een kommerciële vitaliteit bestaat, die in β_{ds} tot uitdrukking dient te komen. Het lijkt voorts nog niet noodzakelijk alle artikelen hiervoor van een criterium te voorzien. Aangezien men alle commercieel gevoelige onderdelen direct aan kan wijzen, kan men volstaan met daar een opwaardering aan toe te voegen, bijvoorbeeld door te stellen:

$$\beta_{ds} = 0,5 * (1 + \beta_{tv}) \quad 3.4.39$$

(tv staat voor 'technische vitaliteit').

Het is eenvoudig na te gaan op basis van het kosten-kriterium (3.4.18)

$$\beta_{ds} = \frac{H}{H * m},$$

dat β_{ds} bij grote waarden van $\$PI$ en H weinig gevoelig is voor kleine veranderingen (c.q. misschattingen) van $\$PI$ of H , zodat de aanname van grote verschillen in $\beta_{ds} = \beta_{tv}$ impliciet ook als reeel ervaren verschillen in buiten-voorraad kosten inhouden. (Ritter [1977]).

Aanbrengen van servicegraad-normen.

Wanneer op boven beschreven wijze de servicegraadoelstelling gedefinieerd is, kan om te beginnen een groot deel van het pakket op grond van bestaande coderingen, zoals codering werktuig-type, technische artikelgroep, inkoop-artikelgroep, leverancierskode, in een vitaliteitsklasse ingedeeld worden. Dit kan met een simpel mutatie-programma gedaan worden. Het daarop volgende proces van kritisch alle artikelen beoordelen en indelen zal veel

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

langzamer verlopen, maar moet wel continu volgehouden worden. Een goede werkwijze kan bijvoorbeeld inhouden:

- roep een werkgroep in het leven die tot taak heeft de operatie te coördineren (zie Hst.3.4.7.);
- print een lijst van alle artikelen met relevante kenmerken per artikel, gesorteerd naar afnemende verkoopsnelheid, waarop de β -ds aangetekend kan worden;
- geef iedere inkoper de opdracht om per week 4 pagina's (200 artikelen) af te werken (naast zijn normale dagtaak); met vier man werkt men zo per jaar ruim 30.000 artikelen af;
- daarnaast wordt op de besteladvieslijsten de servicegraad afgedrukt, zodat bij het beoordelen daarvan telkens de servicegraad gecontroleerd kan worden. Als die ontbreekt of verkeerd staat wordt een wijzigingsverzoek uitgeschreven;
- van alle gewijzigde servicegraden wordt een mutatieverslag gemaakt, dat door de chef, de betrokken inkoper en verkoper geamendeerd kan worden;
- indien er uiteenlopende opvattingen bestaan tussen deze partijen over het te voeren servicebeleid, komen die op deze manier aan het licht en kunnen besproken worden;
- de werkgroep wordt geregeld op de hoogte gehouden van het aantal aangebrachte mutaties en van de problemen, onduidelijkheden en conflicten die daarbij rijzen.

Er moet voor gewaakt worden dat uit voorzichtigheid de servicegraden niet overwegend te hoog ingesteld worden; er moeten merkbare reële verschillen in aangebracht worden, anders heeft de hele operatie geen zin. De initiele, snelle, automatische methode moet ook reeds duidelijke verschillen aanbrenge.

De chef moet er zeker in het begin op letten dat de vitaliteitsklassen volgens de artikel-eigenschappen aangebracht worden, onafhankelijk van de prijs en de verkoopsnelheid.

Rol van de fabrikant.

Nieuwe artikelen worden bij het inbrengen direct geklassificeerd. In dat kader kan de fabrikant een initierende functie vervullen door bij de uitgifte van nieuwe typen de artikelgegevens van het hele bijbehorende onderdelenpakket aan de afnemers door te geven, compleet met vitaliteitsklassen. In principe kan die lijst al bij het verlaten van de tekenafel vastgesteld worden.

Hoewel dit voor de hand ligt, is hiervoor wel enige verschuiving in de opstelling van de fabrikanten nodig, aangezien deze tot nu toe geen gedetailleerde richtlijnen voor de service hebben aangegeven. Zij verwachten wel een 'uitstekende' of 'optimale' service, maar in feite moeten de importeurs dat zelf invullen en daar de kosten van dragen. Wanneer de fabrikant per artikel een servicedoelstelling aangeeft, is dat voor de importeurs een steun in de rug. Bovendien is dat wat anders dan een 'starre norm', waarmee in aantallen aangegeven wordt hoeveel men van ieder artikel in voorraad moet hebben, hetgeen door de verschillen tussen diverse landen weinig realistisch is.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Praktijktest met servicegraad-nuancering.

Een indicatie over het daadwerkelijke effect van voorraadbeheer op basis van genuanceerde servicegraaddoelstelling wordt gegeven door het onderzoek van Hoft [1978]. Deze heeft een experiment uitgevoerd bij Importeur D om na te gaan of een geautomatiseerd bestelproces op basis van een Dubbele (Compound-) Poisson-verdeling en een nuancering in de servicegraad-doelstellingen (β -ds) betere resultaten zou opleveren dan het huidige bestelproces door de inkopers. Een van de belangrijkste factoren die in de proefgroep tot besparing leidde was de lagere voorraad als gevolg van een lagere β -ds voor de minder vitale onderdelen. Zie tabel 3.4.8. (β -rel) en tabel 3.4.9. (turnover).

Tabel 3.4.8. Behaalde servicegraden in experiment door Hoft [1978].
Toelichting 1 : Technische vitaliteit, zie tabel 3.4.7

Klasse Techn.vit. 1)	serv.gr. doelst.	Behaalde servicegraad	
		proef- groep	kontrole- groep
1	95 %	78 %	94 %
2	90 %	64 %	87 %
3	75 %	50 %	74 %
Gemiddeld		66 %	85 %

Table 3.4.8. Attained servicelevels in an experiment by Hoft [1978]. See also table 3.4.7

Tabel 3.4.9. Verbetering voorraad-turnover in experiment door Hoft [1978].
Toelichting 1 : Technische vitaliteit, zie tabel 3.4.7

Klasse Techn.vit. 1)	Turnover	
	proef- groep	kontrole- groep
1	2,2	1,2
2	2,0	0,7
3	3,3	0,4

Table 3.4.9. Improvement of inventory-turnover in an experiment by Hoft [1978]. See also table 3.4.7

De turnover-verbetering van 725 % in klasse 3 (niet vitaal) is het meest sprekend. Hoewel bij deze proef het B-nivo niet optimaal berekend werd, was dit resultaat wel significant. De ervaringen bij deze proef wezen uit dat de verminderde service op de minder vitale delen nauwelijks bezwaar opleverde, mits de gevraagde onderdelen vanuit backorder binnen afzienbare tijd geleverd werden.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

3.4.5 Meting van de servicegraad

3.4.5.1 Principiele aspecten

De uit de verkoopcijfers af te leiden servicegraad-realizatie moet volgens dezelfde definitie berekend en genormeerd worden als de doelstelling. Voor de β is dat niet zo'n probleem, maar de normering van γ -rel op $[0,1]$ is niet voor de hand liggend.

In de publikaties over γ -servicegraad (Hadley & Whitin, Schneider, Das, Cohen) wordt niet vermeld hoe γ -rel in de praktijk als een op $[0,1]$ begrensde waarde gemeten moet worden.

Naar analogie van (3.4.33) en volgens de beschrijving van Schneider zou γ -rel voor de "steady state" genormeerd worden volgens:

$$\gamma_{rel} = 1 - \frac{S.W.T.}{S.W.G.}, \quad 3.4.40$$

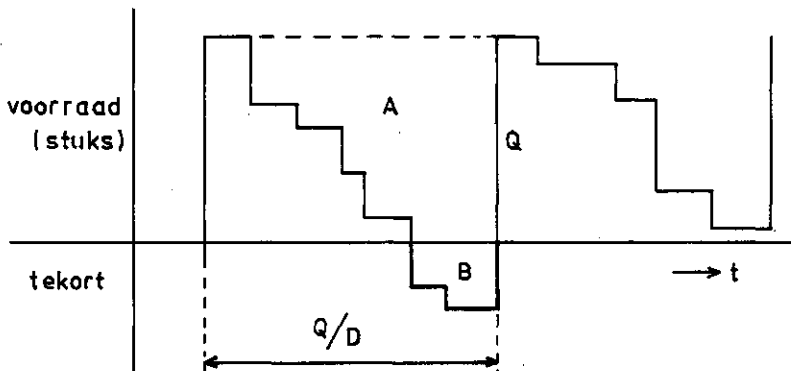
waarbij S.W.T. = Stuks * Weken Tekort,
S.W.G. = Stuks * Weken Geleverd.
Daarbij komt S.W.G. in de "steady state" uit op:

$$S.W.G. = \frac{1}{2} * Q * \frac{Q}{D} = \frac{Q^2}{2 * D} \quad 3.4.41$$

D = jaarvraag (stuks)
Q/D = lengte bestelcyclus (weken)

$$\frac{Q^2}{2 * D} = \text{oppervlakte van A} \quad (3.4.42)$$

De driehoeken A en B staan voor S.W.G en S.W.T. (zie figuur 3.4.7.).



Figuur 3.4.7. Bepaling van stuks-weken geleverd (A) en stuks-weken tekort (B).
Figure 3.4.7. Determination of unit-weeks sold (A) and unit-weeks shortage (B).

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

In werkelijkheid leidt de normering op $(Q^{**2})/2 \cdot D$ tot een γ -rel buiten het gebied $[0,1]$, omdat S.W.G. in werkelijkheid op een bepaald moment veel kleiner kan zijn dan $(Q^{**2}) / 2D$.

Analoog aan de β -servicegraad moet γ -rel dan ook gerelateerd worden aan de gerealiseerde waarde van S.W.G. Dit betekent dat over de tijd tussen twee bestellingen de vraag geïntegreerd moet worden. Zie figuur 3.4.8.

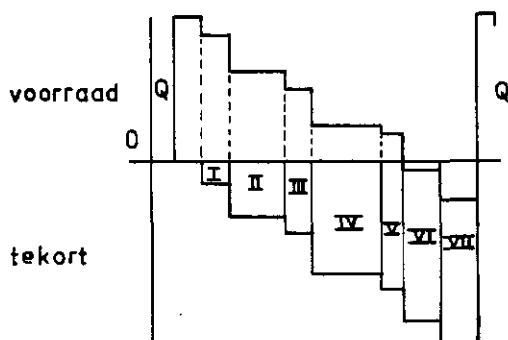


Figure 3.4.8. Operational determination of unit years shortage by integrating rectangles I, II, III,

Figuur 3.4.8. Operationele bepaling van stuks weken tekort door integreren van rechthoekjes I, II, III,

Dit komt neer op het optellen van de rechthoekjes I, II, III, ... in figuur 3.4.8. Daarvoor moeten na iedere verkoop-mutatie de volgende waarden vastgehouden worden:

1. Vraag in deze bestelcyclus (D_c, t);
2. Datum van laatste aanvraag (DDLA);
3. Geïntegreerde waarde over deze bestelcyclus ($S.W.G.c, t$);
4. Enkele waarden van γ -rel.

Bij iedere binnenkomende vraag wordt berekend:

$$S.W.G.c, t+1 := S.W.G.c, t + D_c, t \cdot (Datum-DDLA);$$

$$Datum-DDLA := \text{tijd in weken sinds laatste aanvraag.}$$

Hierna vervangt $S.W.G.c, t+1$ de vorige waarde van $S.W.G.c, t$.

Bij het arriveren van een inkoopbestelling wordt γ -rel berekend en daarna worden D_c, t en $S.W.G.c, t$ op nul gesteld. Dit is nodig omdat S.W.G. over hetzelfde tijds-interval gelimiteerd moet worden als S.W.T.

In het geval dat de ontvangst van een aanvul-order niet toereikend is om een bestaand tekort op te lossen ($U(B+Q) > 0$, zie 3.4.34), wordt voor zowel S.W.T.c,0 als voor S.W.G.c,0 het op dat moment resterende tekort ingevuld.

De waarden van γ -rel kunnen in een opschuivende reeks bewaard worden, waarbij tevens de datums vastgelegd worden, of als geëffende waarden in een enkel veld vastgelegd. De eerste wijze geeft exaktere informatie, vooral met het oog op artikelen die verschillende afnamesnelheden hebben en daardoor verschillende bestelcycli, zodat bij snellopers de γ -rel op een kortere periode betrekking heeft dan bij langzaamlopers.

De berekening van γ -rel (3.4.40) wordt dus:

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

$$\gamma_{rel} = \frac{S.W.G. - S.W.T.}{S.W.G.} \quad \text{per bestelcyclus} \quad 3.4.43$$

Het verschil met de berekening van β -rel zit in twee aspecten:

1. het kontinu bijwerken van de geïntegreerde waarde (β -rel wordt achteraf samengesteld uit twee gesommeerde waarden, die normaliter geadministreerd worden);
2. de normering per bestelcyclus is vereist om de theoretische referentiewaarde S.W.T.(max) een eindige, realistische inhoud te geven. (β -rel kan over iedere periode berekend worden).

3.4.5.2 operationele aspecten

Verschillende orders.

Aanvragen van afnemers (dealers) bij de importeur hebben verschillende urgenties, uitgedrukt in de ordersoort. Deze wordt meestal door de afnemer aangegeven of door de verkoper geïnterpreteerd.

Men onderscheidt naar toenemende urgentie:

- seizoenorders,
- periodieke voorraadorders
- tussentijdse orders,
- spoedorders,
- rushorders.

Het verschil berust voornamelijk op het verschil tussen directe behoefte en voorraadvorming. Daarbij kent de directe behoefte nog verschillende maten van urgentie: een spoedreparatie aan een in bedrijf zijnde machine is urgenter dan een werkplaatsreparatie enzovoorts. Evenzo is er verschil in urgentie van de voorraadvorming, afhankelijk van de koerantheid van het onderdeel, de vitaliteit van het onderdeel en de onmisbaarheid of onvervangbaarheid van het betreffende werktuig.

Het is duidelijk dat voor de verschillende ordersoorten verschillende servicegraden nagestreefd moeten worden. Dit wijkt echter af van een servicegraad-doelstelling per artikel en het noodzaakt tot een verbijzondering van de servicegraad-meting naar ordersoort.

Daarbij moet men er op bedacht zijn dat onjuiste ordersoorten geregistreerd worden wanneer:

- klanten voorraadaanvullingen per spoedorder bestellen,
- spoedaanvragen met voorraadorders meegezonden worden.

Uitlevertermijn

Bovenstaande differentiering naar ordersoort wordt voor een belangrijk deel reeds gerealiseerd door de uitleversnelheid. Voor de voorraadorders wordt de hele administratieve procedure normaal doorlopen, alle orders worden een voor een afgewerkt, de goedkoopste wijze van transport wordt afgewacht. Deze doorlooptijd duurt ca. 2 weken. Spoedorders krijgen voorrang, de administratieve afwerking vindt achteraf plaats, er worden geen backorders voor opgenomen; de levertijd is ca. 1 a 2 dagen (post-express). Voor rushorders kan het onderdeel dezelfde dag ter plaatse zijn, wanneer men het

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

komt halen.

Duidelijk is hier dat de uitlevertermijn meespeelt in de definitie van service: met een spoedorder die direkt uit voorraad geleverd wordt, maar twee weken later aankomt levert men geen service, terwijl een voorraadorder voor hetzelfde artikel binnen twee weken geleverd wel service betekent. In de praktijk speelt men hier reeds op in door voorraadorders naar de dealers op te schorten wanneer de voorraad bijna op is, zodat de laatste stuks voor spoedgevallen bewaard blijven. Dit kan uiteraard niet te lang duren, want dan gaan de afnemers dezelfde voorraadorders per spoedorder bestellen. Het is interessant te constateren hoe afnemers impliciet uitgaan van een levertermijn:

- toelevering door de fabriek na ca. 2 maanden is voor eenieder begrijpelijk;
- voor de importeur wil men rekening houden met een zekere administratieve verwerking van 2 weken;
- van dealers verwacht men direkte levering of tenminste binnen 1 a 2 dagen.

De eis van direkte levering veroorzaakt echter een sterke voorraadverhoging. Indien men de serviceverlening kan versoepelen door een wachttijd van 1 a 2 dagen in te voeren, kan men 100 % service leveren voor alle onderdelen die binnen 1 a 2 dagen van de importeur naar de klant te brengen zijn, zonder daar zelf voorraad voor te houden. Dit kan in verband gebracht worden met het soort werktuig: bij werktuigen als maaidorsers kan verondersteld worden dat de urgentie meestal hoger ligt dan bij werktuigen als ploegen.

Uit gesprekken met LMB's is gebleken dat klanten gauw twijfelen of de onderdelen uberhaupt wel komen wanneer ze niet direkt uit voorraad leverbaar zijn. Deze versoepeling van de serviceverlening zal slechts dan geaccepteerd worden als de klant absolute zekerheid heeft dat hij de gevraagde goederen ook krijgt.

Deze konklusies worden onderschreven door Van der Veen [1980], die een berekening maakt over de mogelijke voorraadbeparing door versoepeling van de uitlevertermijn, op basis van een gamma-verdeelde vraag.

De service per order.

Van de voornoemde auteurs memoreert Buchan [1963]: "Since all five measures depend ultimately on D(d), the average daily sales-rate, they all give equal weight to shortages of large and small quantities, or to stock-outs of short and long durations. For example, no distinction is made between a shortage of 10 units that is part of 100-unit order and one which is the whole of a 10-unit order. Similarly, the duration of a shipping delay is not taken into account. Subject to the nature of the problem, any of the five definitions above can be an adequate measure of stock-outs..."

In de praktijk komt dit er op neer dat men een van beide meet:

$$\beta(1) = \frac{\sum U_i}{\sum D_i}, \quad (i=1,n) \quad (3.4.44)$$

$$\text{of} \quad \beta(2) = - \frac{1}{n} \sum \frac{U_i}{D_i}, \quad (3.4.45)$$

waarbij n = aantal orders geteld,

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

U_i = aantal stuks uitgeleverd op order i ,

D_i = aantal gevraagd op order i .

De analisten van Importeur X gaven de voorkeur aan (3.4.45), omdat grote orders in (3.4.44) het beeld vertekenen.

Voorbeeld: de voorraad bevat 20 stuks;

vraagreeks-A binnen levertijd : 20,1,1,1,1,1,1,1,1,1

$$\beta(1) = 20/30 = 0,67 ; \quad \beta(2) = 1/11 * (1+10*0) = 0,0909.$$

Vraagreeks-B binnen levertijd: 1,1,1,1,1,1,1,1,1,20

$$\beta(1) = 0,67 ; \quad \beta(2) = 1/11 * (10*1 + 1*0) = 0,9091.$$

Deel-leveringen.

Met het oog op de gedeeltelijke bevoorradingsbestemming (en gedeeltelijk directe behoefte) van de meeste orders is het beter om een aantal deel-leveringen uit te geven dan om alle voorraad geheel uit te leveren en de nakomende orders geheel in backorder te nemen. Hoft [1978] noemt dit ook als een veel gebruikte werkwijze om dreigende tekorten op te vangen.

Voorbeeld: deellevering op vraagreeks A:

uitlevering: 10,1,1,1,1,1,1,1,1,1

backorder: 10

$$\beta(1) = 20/30 = 0,67 ; \quad \beta(2) = (1/2 + 10*1)/11 = 0,9545.$$

Volgens dit principe zouden backorders vanuit deelleveringen minder zwaar geteld hoeven worden dan volledige backorders. Aangezien $\beta(1)$ of $\beta(2)$ op dit punt geen verschil opleveren, zou de meting van β uitgesplitst moeten worden naar deelleveringen en volledige backorders.

Tijd en aantal buiten-voorraad.

De meeste servicegraad-modellen zijn gebaseerd op het nastreven van een α - of β -servicegraad. Cohen [1964] en Schneider [1980] geven aan dat met name bij handels- en distributiebedrijven de duur van het tekort (backorder) wezenlijk van invloed is op de ondervonden schade. Dit is met name daarom realistisch omdat in veel gevallen het leveringssysteem (importeur plus dealers) een zekere flexibiliteit bezit in de vorm van:

- voorraad bij collega's;
 - mogelijkheid om klant c.q. reparatie even te laten wachten;
 - deellevering op bestellingen die gedeeltelijk voor bevoorrading bestemd zijn;
 - andere oplossingen in de sfeer van tijdelijk repareren, ander merk onderdeel, slopen van een andere machine, vervangend werktuig, etc.
- Wanneer het tekort hetzij te lang duurt, hetzij in omvang toeneemt (of beide), wordt de flexibiliteit van het systeem opgebruikt en komt men in een andere situatie terecht.

Mit dien hoofde is het gebruik van een γ -servicegraad, waarbij een tekort van 1 stuks gedurende d -dagen even zwaar weegt als een tekort van d -stuks gedurende een dag, een realistische service-indikatie. Cohen geeft aan dat in vele situaties het overschrijden van een maximum wachttijd leidt tot klanten verlies, waardoor de backorder overgaat in een verloren verkoop. De γ -(ds) kan zo ingesteld worden dat de kans op die maximale wachttijd

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

zeer gering is, zodat aangenomen kan worden dat men steeds met de backorder-case te maken heeft en de γ -definitie geldig blijft.

Verschillende afnemers.

Klienten die veel afnemen, korrekt bestellen en stipt betalen, krijgen bij een krappe voorraad-positie voorrang boven klanten waar men meer moeite mee heeft. Om willekeur hierin te voorkomen, zou er een door de directie gesanctioneerde klassifikatie van klanten gemaakt kunnen worden, die resulteert in een servicedoelstelling per klant. Het is echter de vraag of een openlijke politiek op dit gebied niet tot misverstanden leidt bij de afnemers.

Vraag en afname.

Om β (rel) exakt te bepalen dient strikt genomen de totale vraag gemeten te worden, dus ook het niet-gehonoreerde deel van de vraag. Nu is het vastleggen van verkopen (en backorders op schriftelijke bestellingen) een standaard administratieve routine, maar voor het vastleggen van verloren verkopen (meestal via telefonische aanvraag) zijn extra procedures en ruimte in het systeem vereist, terwijl het van de inkopers extra aandacht vergt om te bepalen wat precies een verloren verkoop was. Deze procedure heeft enkele operationele konsekventies:

- a. Ingeval er geen voorraad is en de klant naar elders gaat, dienen alle verkopers dezelfde procedure te volgen, aangezien het niet noteren van verloren aanvragen leidt tot een hogere servicegraad. (Dit was bijvoorbeeld een probleem in het onderzoek van Hoft (1978));
- b. De servicegraad dient bepaald te worden op basis van de binnengekomen vraag en niet alleen op basis van de verkopen. Strikt genomen geldt hetzelfde voor het herberekenen van de afnamevoorspelling. Doet men dat niet, dan bestaat het gevaar dat in een langdurige buiten-voorraad-situatie, waarbij veel aanvragers naar elders uitwijken, er toch een goede service geregistreerd wordt en tevens de voorspelling omlaag gaat, waardoor men in een volgende cyclus eerder buiten-voorraad geraakt en daardoor weer klanten verliest. Ongemerkt zou men zo een stuk afzet kunnen verliezen.
- c. De verkoopshistorie bevat doorgaans alleen de afgewerkte verkopen, hetzij direkt geleverd, hetzij vanuit backorder. Indien men, wat voor de hand ligt, de servicegraad bepaalt vanuit de verkoopshistorie, dienen daarin ook records opgenomen te worden voor de verloren verkopen. Er kan volstaan worden met per artikel per maand een record met het gekumuleerd aantal verloren verkopen

Bij Importeur X werd wel de vraag apart van de afname geregistreerd, maar niet in de verkoopshistorie vastgelegd. Over het algemeen kwamen er weinig verschillen voor tussen vraag-dit-jaar en verkopen-dit-jaar. De geringe verschillen die er waren werden deels veroorzaakt door het fase-verschil in opboeken van vraag en verkoop op het moment van waarnemen.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGAAAD

3.4.5.3 uitwerking servicegraad-registratie

Programma.

De meeste van de voorgaande elementen zijn in de praktijk gebracht bij een servicegraad-registratie-programma voor Importeur X. Dit had tot doel enerzijds een inzicht te geven in de nu gerealiseerde servicegraden, anderzijds te bekijken hoe sterk het verschil in definities tot uiting komt. De γ -servicegraad is hierin nog niet verwerkt, aangezien de daarvoor benodigde gegevens (S.W.G. , S.W.T.) niet in het systeem aanwezig waren. Het programma is uitgewerkt tot aan het gebruiksklare stadium, waarmee aangetoond is dat deze vorm van management-informatie uitvoerbaar is. De hiernavolgende bespreking heeft dan ook betrekking op de ontwikkelingsfase van dit systeem en niet op de werking in de praktijk. Samengevat bevatte dit programma de volgende elementen:

1. β -(rel) wordt gemeten over een voldoende lange periode (1 jaar);
2. β -(rel) wordt achtereenvolgens uitgesplitst naar:
 - a. afdeling,
 - b. artikelgroep-inkoop,
 - c. ingestelde servicegraad $\beta(ds)$,
 - d. ordersoort.
3. In tweede sortering wordt β (rel) uitgesplitst naar:
 - a. afdeling,
 - b. leveranciersgroep,
 - c. ingestelde servicegraad $\beta(ds)$,
 - d. ordersoort.
4. Er wordt in vier hoofdkolommen per uitgesplitste subgroep bijgehouden:
 - a. totaal aantal orders met bijbehorende servicegraden volgens definities (3.4.44) en (3.4.45);
 - b. de volledige uitgeleverde leveringen ($x(2)$);
 - c. de deelleveringen met gemiddelde service per levering ($x(3)$);
 - d. de volledige backorders ($x(4)$);

(Zie print-layout bijlage I).

- ad 1. Bij vestiging V2 had men een servicegraadregistratie lopen via de week-afsluiting, hetgeen weinig effect had omdat van de artikelen die in de kritieke fase van de bestelcyclus verkeren niet beoordeeld kan worden of dit tekort binnen het geplande percentage valt. In het nieuwe ontwerp krijgt men een overzicht van enkele maanden, waardoor artikelen en groepen vergelijkbaar worden en ontwikkelingen in de tijd gevolgd kunnen worden.
- ad 2 en 3. De bron van dit overzicht wordt gevormd door de afgewerkte historische verkopen op tape. Daar staan echter geen artikelgegevens op die te maken hebben met de inkoop, zoals leverancier, artikelgroep-inkoop, gewenste servicegraad, typekodering, technische artikelgroep. Deze gegevens zijn nodig om het overzicht naar deze gezichtspunten uit te kunnen splitsen. Om deze gegevens er alsnog bij te halen is in de voor-bewerking een extra slag nodig om de inkoop-artikelgege-

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

vens uit het artikel-record op te halen (zie schema bijlage H). In deze bewerking worden tevens de verkoop-gegevens ontdaan van alle niet-relevante records (financiële transakties, tekstrecords etc.) en gegevens per record. Er ontstaat dan een kompakt werkbestand dat naar de relevante gezichtspunten gesorteerd kan worden. Weliswaar is voor de verwerking van iedere sortering een nieuw programma nodig, maar de wijzigingen daarvoor zijn vrij simpel, aangezien de werking voor ieder overzicht fundamenteel hetzelfde blijft.

ad 4. Deze uitsplitsing geeft inzicht in het aandeel van de deelleveringen in de servicegraad. Deze kunnen namelijk hoger gewaardeerd worden dan backorders, terwijl dat niet in de uiteindelijke β -rel tot uiting komt. Indien er geen deelleveringen plaatsvonden zou de berekening een stuk simpeler zijn:

$$\beta_{rel} = \frac{\sum X(2)}{\sum X(2) + \sum X(4)} \quad (3.4.46)$$

Uit de testresultaten bleek dat het verschil tussen $\beta(rel)(1)$ en $\beta(rel)(2)$ niet noemenswaardig groot was. Er zouden meer gegevens over langere perioden doorgerekend moeten worden om hier meer inzicht in te verkrijgen.

Beperkingen.

Een beperking in de resultaten was het ontbreken van de verloren verkopen, welke nog niet, zoals hiervoor beschreven, in de verkoopshistorie opgenomen waren.

Het overzicht gaf de servicegraden per uitgesplitste groep artikelen, dus niet op artikel-nivo. Dat laatste zou zo gedetailleerd worden, dat het beter in het artikelrecord vastgelegd kan worden voor specifieke opvraag-doel-einden dan het af te drukken. Daarvoor zou echter een ingrijpend mutatie-programma nodig zijn, wat buiten het kader van dit onderzoek valt.

3.4.6 Terugkoppeling

Afwijkingen van norm

In de praktijk zijn er diverse oorzaken waardoor een afwijkende servicegraad gerealiseerd wordt, bijvoorbeeld:

1. Afwijkingen van het model;
2. Afwijkende levertijden;
3. Verandering van het afname-nivo;
4. Wijzigingen in het besteladvies;
5. Langzaamlopende artikelen, ofwel te korte beoordelingsperiode.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

- ad 1. Als belangrijkste afwijkingen van het model kunnen genoemd worden:
1. Definitie dat $K > 0$.
 2. Afronding naar boven van berekende waarde voor B-nivo op geheel getal; dit kan bij lage waarden een relatief grote invloed hebben.
 3. De bestelhoeveelheid Q wordt naar boven afgerond, waardoor de bestelfrekwentie afneemt en daarmee de kans op buiten voorraad geraken.
- Voor behandeling van deze punten, zie na ad 5.
- ad 2. Men kan onmogelijk naar een servicedoelstelling sturen wanneer de levertijden aanzienlijk afwijken van de parameter in het bestelmodel. De uitsplitsing van het overzicht naar leverancier-groep is daarom een hulpmiddel om zichtbaar te maken in hoeverre de servicegraad beïnvloed wordt door de levertijd. (Zie Hst. 3.3.). Daarbij dient overigens tevens de voorraadpositie van dezelfde artikelen in beschouwing genomen te worden, aangezien slechte levertijden (zie Hst.3.3.) vaak gecompenseerd worden door extra voorraden. Bij Importeur X waren voldoende mogelijkheden voor voorraadoverzichten aanwezig.
- ad 3. Het bestelmodel stuurt naar een servicedoelstelling op basis van een extrapolatie van afnamecijfers uit het verleden, welke slechts ten dele de toekomstige afname kunnen verklaren. (zie Corke [1977]). Door het signaleren van verstoringen in de servicegraad kan nagegaan worden of de voorspelling versneld aangepast moet worden aan een gewijzigd afname-nivo of dat er sprake is van een incident.
- ad 4. Het door het bestelmodel berekende besteladvies, kan door de inkoper om velerlei redenen nog gewijzigd worden, bijvoorbeeld in geval van:
- nieuwe artikelen;
 - speciale bestellingen;
 - voorkennis van te verwachten afnamen die niet uit het verleden te verklaren zijn (bijv. campagnes).
- De chef-onderdelen en de inkoper kunnen na verloop van tijd nagaan of de wijzigingen een betere benadering van de servicedoelstelling bewerkstelligd hebben dan wel een grotere afwijking. In het laatste geval is dat een signaal naar de inkoper dat hij zijn beleid moet wijzigen.
- ad 5. Omdat iedere bestelling zo langzaam opgebruikt wordt, is er een lange periode voor nodig om te beoordelen of de verhouding tussen wel/geen voorraad in overeenstemming is met de doelstelling. Als men die periode niet in acht neemt, loopt men het risico foutief bij te sturen.

Negatieve veiligheidsvoorraad

Een konsekwentie van het kiezen van een servicegraad-norm is dat de veiligheidsvoorraad negatief kan worden (zelfs zo sterk dat het B-nivo negatief wordt). Dit wordt gesignaleerd o.a. door Van der Veen [1981] en door Snyder [1980]. Van der Veen acht een negatieve veiligheidsvoorraad onlogisch en stelt als ondergrens voor de veiligheidsfaktor: $K \geq 0$. Brown [1977] stelt eveneens dat $K \geq 0$ gehouden moet worden, ook als dat leidt tot hogere dan gewenste service. Snyder [1982] wijst er evenwel op dat ook zonder veiligheidsvoorraad in veel gevallen een hoge service bereikt kan worden en dat een negatieve veiligheidsvoorraad vaak op rationele gronden aangehouden kan worden. Van Beek noemt ook de mogelijkheid van negatieve veiligheidsvoorraad bij bepaalde waarden van Q , β en σ . De randvoorwaarden waaronder

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

deze effecten optreden kunnen geïllustreerd worden aan de hand van het servicegraad-model op basis van de logistische verdeling van Van Beek [1978], waarbij het bestelnivo wordt bepaald volgens (3.4.1) en (3.4.5):

Rekenkundig kan K negatief worden, wanneer

$$\frac{Q}{\sigma_{LD}} * (1 - \beta) > \frac{\sqrt{3}}{\pi} * \ln(2) = 0,382 \quad (3.4.47)$$

Dit treedt meestal op bij combinaties van:

- een geringe spreiding in de afname gedurende de levertijd;
- een relatief grote bestelhoeveelheid;
- een lage servicegraad-doelstelling;

Bijvoorbeeld:

aangenomen dat: D(jaar) = 6 ; L = 6 weken , Q = 4 , $\beta_{ds} = 0,85$

variatie-coëfficiënt=1 --> $\sigma(LD) = LD = 0,7$

dan is: $Q/\sigma_{LD} = 5,7$; en $K = -0,726$.

Als nu het B-nivo berekend wordt met K=0, dan wordt

$$\beta_{ds} = 1 - 0,382 * \frac{\sigma_{LD}}{Q} = 0,933$$

in plaats van de gewenste 0,85.

Ongelijkheid (3.4.47) kan ook optreden bij snellopende artikelen, bijvoorbeeld:

D(jaar) = 83, Q = 31, $\mu_{LD} = 6,4$, $\sigma_{LD} = 3,67$, $\beta = 0,85$, dan

wordt K = -1,21, zodat wanneer K = 0 gesteld wordt, $\beta = 0,95$.

Negatieve B-nivo's komen ook voor in tabellen 3.4.1., 3.4.2., 3.4.6.

Bij lage afnamen wordt het effect van afronding van B op gehele waarde significant. Wanneer in het eerste voorbeeld K = 0, dan zou B = LD = 0,7 worden. Wordt B afgerond naar 1, dan wordt impliciet:

$$K = \frac{B - LD}{\sigma} = \frac{1 - 0,7}{0,7} = 0,428 .$$

wat een servicegraad van $\beta = 0,944$ zou opleveren. Dit afrondings effect neemt af naarmate $\Delta B/\sigma$ kleiner wordt.

Deze effecten bemoeilijken het principe van sturing naar de doelstelling.

Interpreteren resultaten

Door sortering naar relevante gezichtspunten aan te brengen in de lijsten met behaalde servicegraad, kan nagegaan worden of er een oorzakelijk verband waarneembaar is tussen de afwijkingen $\beta_{ds} - \beta_{rel}$ en de artikel-kenmerken waarop gesorteerd is. De oorzaak kan liggen bij de leverancier, maar ook kan een deel van een werktuig eruit springen, wat duidt op technische storingen of verandering in het gebruik. Een servicegraad zegt niets over de aard van het gebruik wanneer dat een konstant karakter heeft.

De in- en verkopers zullen op artikelnivo de oorzaken van afwijkingen beoordelen, terwijl het management periodiek de globale groep-totalen

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

beoordeelt.

De beoordelingstermijn per artikel moet een aantal bestelcycli omvatten alvorens tot bijsturing overgegaan wordt. Aangezien de bestelcyclus van langzaamlopers zo lang duurt, kan men die per groep samentellen en beoordelen. Daarbij moet de totale verkoop van zo'n groep in de beoordelingstermijn een zekere omvang bereikt hebben, bijvoorbeeld minimaal 100 stuks.

Bijsturen

Het bijsturen naar aanleiding van afwijkingen β -ds - β -rel zal voornamelijk een lange-termijn karakter moeten hebben en derhalve betrekking hebben op parameters in het bestel- of voorspelmodel, zoals:

- veranderen van de effenings- of trend-parameter,
- overgaan op een andere historie-vastlegging,
- overgaan op een andere verdelingsfunctie,
- overgaan op of afstappen van seizoenmodel,
- andere levertijd-parameter.

Wanneer de afwijking verklaarbaar is uit incidentele gebeurtenissen of eigenhandig ingrijpen, kunnen dit soort bijstellingen beter achterwege gelaten worden.

Het plaatsen van preventieve spoedbestellingen (voordat de voorraad nul is) is in wezen korte-termijn bijsturing. Het bestelmodel is geoptimaliseerd op basis van normale bestellingen, zodat in een geoptimaliseerd systeem preventieve spoedbestellingen zoveel mogelijk vermeden moeten worden. Pas wanneer

- de voorraad nul is,
 - er klant-orders in nalevering staan,
 - de spoedbestelling eerder binnen zal komen dan de normale bestelling,
 - met de spoedbestelling het afhaken van klant-orders voorkomen wordt,
- zijn spoedbestellingen gerechtvaardigd. In zulke gevallen kunnen de extra kosten gerekend worden als buiten-voorraad-kosten.

Het bijsturen zal in principe niet mogen bestaan uit 'aanpassen' van de servicegraad-doelstelling; dit geschiedt op grond van de beoordeling van het belang van het artikel voor het werktuig en de klant.

Hierover bestaat overigens verschil van mening; sommigen vinden dat ook de servicegraad-doelstelling een 'regelknop' is, waar net zo lang aan gedraaid kan worden tot er een 'bevredigende situatie' ontstaat. De keerzijde hiervan is dat vanuit het exakte kostenmodel gewerkt wordt (3.4.18) (zie Kleijnen [1976]).

Het gevaar van deze benadering in de onderdelensfeer is dat voor een 'bevredigende situatie' voor de in- en verkopers bijna altijd een enorme voorraad nodig is.

Dit betekent dat de ingestelde doelstelling ook een begrijpelijke, praktische betekenis moet hebben welke qua definitie direkt overeenkomt met de gemeten waarde.

Een apart probleem lijkt de groep langzaamlopers en artikelen met incidentele afname en lage servicegraad te vormen, waarvan het B-nivo op O uitkomt. In de praktijk komen hier altijd veel twijfelgevallen voor de inkopers in voor. Regelmatig worden bestellingen uitgesteld, zodat deze

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

artikelen steeds weer terugkomen op de besteladvieslijst. Verlaging van het B-nivo naar -1 bij een bestelhoeveelheid van 1 leidt echter zeker tot een service-realisatie van 0. Door terugkoppeling van de service-realisatie van groepen van deze artikelen kunnen de inkopers toch een betere indicatie krijgen van de effectiviteit van hun aanpak van de inkoop.

3.4.7 Organisatorische aspecten

Psychologische drempel

Het uitsplitsen van de verkoop-resultaten naar gezichtspunten van de inkoop is noodzakelijk om de terugkoppeling tot stand te brengen. Aangezien dit principe in deze vorm nieuw was bij Importeur X, rees de vraag hoe men organisatorisch met deze resultaten om moest gaan. In het verleden werd door de inkoop-afdeling "zo goed mogelijk" ingekocht, veelal naar aanleiding van de ervaringen die men dagelijks van de verkopers te horen kreeg (in- en verkoop zaten bij elkaar in dezelfde ruimte). Met de lijst zoals beschreven in Hst.3.4.5.3. kan nu door de chef-onderdelen in samenwerking met in- en verkoop geanalyseerd worden waar de oorzaken liggen van te lage of te hoge servicegraad.

Duidelijk is dat het programma hierin niet meer dan een hulpmiddel is, waar men pas effectief gebruik van zal maken wanneer het aansluit bij de aspiraties die het onderdelen-management zelf voor ogen heeft.

De belangrijkste psychologische drempel bij zowel de in- en verkopers als de chef-onderdelen is te verwachten op het punt waar men de oude "ambachtelijke" methode loslaat. In plaats van alle basisgegevens zelf te interpreteren moet men de sturing nu grotendeels aan berekeningen overlaten en de aandacht meer richten op het bij de tijd houden van stuur-parameters en het behandelen van uitzonderingen. Enerzijds zal het moeilijk zijn bepaalde uitkomsten te aanvaarden die tegen het eigen gevoel indruisen (omdat men ze niet exakt kan narekenen), anderzijds moet men heel goed weten in welke gevallen de eigen kennis van de buitenwereld zo belangrijk is, dat de berekende uitkomsten bijgesteld moeten worden. Men zal er van doordrongen moeten zijn dat in ieder voorraadstelsel nee-verkopen moeten plaatsvinden; pas wanneer uit de signalering blijkt dat dat bij een bepaald artikel uitzonderlijke vormen gaat aannemen, moet men ingrijpen om de oorzaken weg te nemen. Dit komt overeen met het principe van management-by-exception. De beoordeling van de betrokken inkopers en bestandsbeheerders moet derhalve gericht zijn op hun vermogen om het systeem op de nieuwe wijze optimaal te laten functioneren.

Projektmatige aanpak

De ervaring bij Importeur X heeft geleerd dat het constateren door de betrokkenen van de voordelen van een op servicegraad-doelstelling gebaseerd voorraad-beheersysteem allerminst een garantie is voor een daadwerkelijke overschakeling naar zo'n systeem. Om te beginnen is het vooruitzicht om 100.000 artikelen te klassificeren nogal ontmoedigend, zodat niemand daar aan zal beginnen zonder een duidelijk uitzicht op substantiele verbeteringen. Voordat men aan een dergelijke operatie begint moet een aantal voorwaarden vervuld zijn:

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

a. Technisch:

- Er moeten geautomatiseerde procedures bestaan om de servicegraad in te brengen en te wijzigen.
- De servicegraad moet op diverse overzichten zichtbaar gemaakt worden.
- De servicegraad moet opgenomen worden in de berekeningen voor het besteladvies.

b. Organisatorisch:

- De direktie moet onomwonden achter deze ontwikkeling staan.
- De coördinatie moet vorm gegeven worden.

Koördinatie

Aangezien het hele onderdelenbeheer, vooral in de ontwikkelingsfase van deze nieuwe benadering, sterk komt te leunen op de automatisering, is het zonder meer noodzakelijk dat de coördinatie tussen automatiseringsafdeling en de afdeling onderdelen goed georganiseerd wordt. Op z'n minst moeten er in beide afdelingen personen aangewezen worden die direkt bij het projekt betrokken zijn en dagelijks kontakt met elkaar hebben. Daarnaast is het aanbevelenswaardig een werkgroep te formeren die als taken heeft:

- globale definitie van systeemeisen;
- (doen) verrichten van voor-onderzoek;
- opstellen van een tijd-planning;
- opstellen van een begroting;
- initiëren van activiteiten;
- bewaking van het uitvoeringsproces aan de hand van systeemeisen, tijd-planning en begroting; rapporteren van voortgang en/of stagnaties aan de direktie;
- het personeel op de hoogte houden van en voorbereiden op de te verwachten veranderingen.

Door beide afdelingen in deze groep te laten participeren voorkomt men dat:

- a. de automatiserings afdeling de zaak als een puur technische aangelegenheid behandelt, waardoor de afdeling onderdelen het nieuwe systeem min of meer voorgeschoteld krijgt;
- b. de afdeling onderdelen irrealen, onmogelijke of tegenstrijdige systeem-eisen gaat definieren;
- c. er verschillende verwachtingspatronen ontstaan over de uiteindelijke vorm, waardoor achteraf de zaak kan stagneren op een geringe akseptatie.

De wederzijdse betrokkenheid wordt zodoende vorm gegeven, zodat het te behalen resultaat gezien kan worden als vrucht van een gezamenlijke inspanning. Het ligt voor de hand dat de werkgroep ook na afronding van het projekt in een of andere vorm zal blijven voortbestaan om het continue proces van aanpassing en nieuwe projekten te begeleiden.

Wanneer het projekt eenmaal loopt zal aanvankelijk, zeker in de loop van het tweede en derde halfjaar, wanneer de eerste betrouwbare meetresultaten verschijnen, erg veel aandacht geschonken moeten worden aan de afwijkingen, teneinde de oorzaken daarvan te achterhalen en zo mogelijk aan te pakken. Doet men dit niet, dan verliest het hele systeem alsnog z'n effect en zal men weer terugschakelen naar de ambachtelijke methode.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

3.4.8 Modelsimulaties

In het kader van dit onderzoek is een aantal modelstudies uitgevoerd, die weliswaar met een bredere doelstelling opgezet zijn, maar waarmee ook elementen met betrekking tot de servicegraad problematiek belicht kunnen worden. Daarbij gaat het om de volgende vragen:

1. In hoeverre is sturing op β -servicegraad mogelijk.
2. In hoeverre is sturing op γ -servicegraad mogelijk.
3. Hoe gevoelig is de servicegraadrealisatie in het inkoop- voorraad-verkoop-systeem voor afwijkingen van het 'zuivere' I.V.V.-systeem.

De eerste twee vraagstellingen zijn onderzocht in het simulatiemodel van Van Osta (zie Hst 7). Daartoe zijn de randvoorwaarden zo ingesteld dat er een 'zuiver' I.V.V.-systeem ontstaat. Deze randvoorwaarden zijn:

- een importeur met een dealer;
- de importeur kan onbeperkt leveren (instellen hoge startvoorraad);
- de gegenereerde vraagreeks is een stationair stochastisch proces (μ en σ konstant) over een lange periode (20 jaar);
- er worden geen spoedorders geplaatst;
- het I.V.V.-systeem van de dealer wordt als referentie gebruikt; dit werkt met een geoptimaliseerd B-nivo.

Het testen van de eerste twee vraagstellingen betekent tevens een ijkning van het simulatiemodel, omdat het realiseren van de ingestelde servicegraadoelstelling onder stochastische omstandigheden zonet een bewijs, dan toch een sterke aanwijzing is voor het korrekte functioneren van het model als voorraadbeheersysteem.

In het testschema zijn de volgende kenmerken gevarieerd:

1. sturing op γ of β ;
2. afnamesnelheid krijgt vijf verschillende waarden.

De parameters zijn weergegeven in tabel 3.4.9.

Tabel 3.4.9. Kenmerken runs:

	run - nummer				
	1	2	3	4	5
- afnamenivo (st/jr)	2	20	40	200	400
- gem. aanvraag (st)	1,5	2	2	4	4
- spr. aanvraag	1,5	2,6	2,6	2	2
- gem. interval (wk)	39	5,2	2,6	1,04	0,52
- spr. interval	19,5	2,6	1,3	0,52	0,52
- effeningspar.	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1
- serv.gr.doelst.1)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
- best.k./regel 2)	5	5	5	5	5
- vrd.k.faktor 3)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
- transp.vertr. 4)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
- verwerktijd imp.(wk)	2	2	2	2	2

Table 3.4.9. Characteristics of simulation runs.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Toelichting: 1: β of γ ; 2: bestelkosten in guldens per regel
3: voorraadkostenfaktor maal brutoverkoop prijs 4: transport-
vertraging in weken.

Tabel 3.4.10. Eind-uitkomsten van een simulatie met een 'zuiver' I.V.V.-sys-
teem (zie tabel 3.4.9.)

Tabel 3.4.10.a. Sturing op β -ds.

	run - nummer				
	1	2	3	4	5
- afname real. (st)	33	382	783	3973	8005
- B-nivo (gemidd.)	0,35	2,1	3,6	12,5	22,9
- β -rel	0,97	0,93	0,95	0,91	0,86
- γ -rel	0,985	0,986	0,989	0,975	0,945
- stockouts (st*wk)	2,7	22,4	35,5	221,02	872,34
- gem.vrd.(st)	2,48	3,6	4,54	11,3	19,9
- vrd-turnover	0,66	5,4	8,7	18,0	20,3
- aantal vrd orders	17	99	158	224	233

Uitkomsten kosten:					
- Bestelkosten	85	495	790	1120	1165
- verzendkosten	0	0	0	0	0
- voorraadkosten	1239	1819	2272	5629	9968
- kortingverlies	0	0	0	0	0
- totale kosten	1324	2314	3062	6749	11133

Table 3.4.10.a. Final results from simulation with a 'pure' purchase-
stock-sales-system directing to β -service (see also table 3.4.9.)

Tabel 3.4.10.b. Sturing op γ -ds.

	run - nummer				
	1	2	3	4	5
- afname real. (st)	33	382	783	3973	8005
- B-nivo (gemidd.)	-0,13	1,65	2,8	11,5	22,60
- β -rel	0,88	0,93	0,92	0,89	0,86
- γ -rel	0,917	0,956	0,974	0,966	0,947
- stockouts (st*wk)	11,34	40,1	67,41	301,3	808,0
- gem.vrd.(st)	1,5	3,1	3,8	10,4	19,9
- vrd-turnover	1,06	6,4	10,5	19,6	20,5
- aantal vrd orders	18	99	157	225	233

Uitkomsten kosten bij sturing op γ -ds					
- Bestelkosten	90	495	785	1125	1165
- verzendkosten	0	0	0	0	0
- voorraadkosten	749	1534	1889	5165	12842
- kortingverlies	0	0	0	0	0
- totale kosten	839	2029	2674	6285	14007

Table 3.4.10.b. Final results from simulation with a 'pure' purchase-
stock-sales-system directing to γ -service (see table 3.4.9.)

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Tabel 3.4.10.c. Minimum en maximum waarden van γ -rel en β -rel

		run - nummer				
		1	2	3	4	5
Sturing op β	β -min.	0,83	0,74	0,86	0,79	0,71
	β -max.	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98
	γ -min.	0,750	0,938	0,956	0,934	0,895
	γ -max.	1,000	1,000	1,000	0,999	0,995
Sturing op γ	β -min.	0,50	0,53	0,92	0,76	0,73
	β -max.	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98
	γ -min.	0,500	0,841	0,920	0,918	0,901
	γ -max.	1,000	1,000	1,000	0,994	0,997

Table 3.4.10.c. Minimum and maximum values of γ -rel and β -rel (from table 3.4.10.a. and b.)

Vergelijking van tabel 3.4.10.a. en b. leidt tot de volgende konklusies:

- de γ -rel komt steeds hoger uit dan de β -rel; dit stemt overeen met de konklusie in Hst.3.4.3., figuur 3.4.5.
- Sturing naar γ -ds lukt redelijk bij afnamen boven ca. 20 stuks per jaar; bij run 1 wordt het β -nivo af en toe negatief, waardoor meer wachttijden optreden.
- Sturing naar β -ds lukt ook redelijk, zij het dat bij hoge afnamen β -rel te laag uitvalt en bij lage afnamen te hoog.
- De variaties in zowel γ -rel als β -rel per jaar zijn bij de lage afnamen vrij aanzienlijk: zie tabel 3.4.10.c.

Voor de praktijk betekent dit dat men bij langzaamlopers meer dan een jaar moet waarnemen voor het signaleren van afwijkingen die ingrijpen noodzakelijk maken.

Sploedorders.

De bovenstaande simulatieruns zijn uitgevoerd zonder sploedorders. Wanneer we het model laten functioneren met sploedorders, dan komt de tijd-afhankelijkheid van γ -rel duidelijk aan het licht: verkorting van de buiten-voorraad tijd door sploedorders komt direkt tot uiting in γ , maar niet in β . (Zie tabel 3.4.11.)

Tabel 3.4.11. Eind-uitkomsten als in tabel 3.4.10.a., maar met sploedorders.

		run - nummer				
		1	2	3	4	5
- afname real. (st)	33	382	783	3973	8005	
- β -nivo	0,07	2	3,62	12,5	22,88	
- β -rel	0,97	0,95	0,96	0,92	0,89	
- γ -rel	0,999	0,998	0,998	0,995	0,993	
- stockouts (st*wk)	0,2	3,45	5,91	55,02	150,84	
- gem.vrd.(st)	2,4	3,54	4,5	11,8	20,64	
- vrd-turnover	0,72	5,5	8,7	17,11	19,76	
- aantal vrd orders	16	94	151	209	211	
- aantal sploed-orders	1	12	19	81	221	

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Uitkomsten kosten:					
- Bestelkosten	85	530	850	1450	2160
- verzendkosten	15	270	450	3855	10860
- voorraadkosten	1200	1768	2262	5900	10320
- kortingsverlies	20	360	600	5140	14480
- totale kosten	1320	2928	4162	16344	37820

Table 3.4.11. Final results like table 3.4.10.a., except with rush orders.

De 211 spoedorders voor afnamenivo 400 stuks per jaar lijkt een erg hoog aantal, maar volgt logischerwijs uit de servicedoelstelling en de model-definitie:

- afname in 20 jaar = 8005;
- $(1 - \beta\text{-rel}) = 0,89$
- gemiddelde aanvraag = 4 stuks;
- $(8005 * 0,11)/4 = 220$ tekorten;
- op dealernivo wordt voor iedere aanvraag die een tekort veroorzaakt een spoedorder geplaatst, zodat het aantal van 211 overeenstemt met het verwachte aantal bij deze $\beta\text{-rel}$.

Dit staat overigens los van de vraag of deze $\beta\text{-ds}$ optimaal is.

Invloed van het aantal dealers op de servicegraad.

Wanneer de eerste twee randvoorwaarden voor een 'zuiver' I.V.V.-model weggenomen worden (meerdere dealers, importeur kan niet onbeperkt leveren), kan men waarnemen dat tekorten bij de importeur de service bij de dealers negatief gaan beïnvloeden. Bij een (1) dealer hebben de tekorten van de importeur nauwelijks invloed op de service van de dealer, maar naarmate het aantal dealers toeneemt, werken de tekorten incidenteel sterker door naar de dealers; dit is te zien aan de stockouts in tabel 3.4.12. (run 3,4,5: dealer 3; run 5: dealer 8).

Tabel 3.4.12. Invloed van aantal dealers op de onregelmatigheid van de servicegraad op dealer-nivo.

Modelsimulatie met parameters uit tabel 3.4.9. run 2.

Dea- ler	afname reali- satie:	bnivo:	servicegraad- realisatie	stock- outs:	gemid- delde voor- raad:	voor- turn- raad:	aantal voor- raad- orders:	
			beta:	gamma:		over:		
1	382	2,08	0,92	0,976	28,95	3,51	5,61	99
1	398	2,16	0,96	0,991	27,18	3,48	5,79	104
2	385	2,08	0,96	0,969	36,50	3,53	5,53	99
1	368	2,05	0,96	0,988	16,47	3,48	5,49	95
2	389	2,06	0,95	0,980	32,42	3,43	5,75	100
3	401	2,10	0,93	0,956	42,86	3,38	6,11	102

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Tabel 3.4.12. vervolg

Dea- ler	afname reali- satie:	bnivo:	servicegraad- realisatie	stock- outs:	gemid- delde	voor- raad:	aan- taal voor- raad- orders:
			beta:	gamma:	voor- raad:	turn- over:	
1	387	2,12	0,94	0,992	23,23	3,49	5,63
2	373	2,05	0,95	0,989	26,16	3,38	5,59
3	406	2,13	0,92	0,956	51,19	3,52	5,86
4	418	2,28	0,94	0,970	27,80	3,46	6,14
1	430	2,27	0,96	0,976	22,31	3,68	6,01
2	388	2,10	0,97	0,988	21,05	3,50	5,60
3	406	2,12	0,94	0,980	49,71	3,54	5,91
4	392	2,12	0,95	0,979	26,46	3,46	5,74
5	365	2,04	0,95	0,969	24,18	3,44	5,51
6	376	2,07	0,95	0,992	18,97	3,49	5,48
7	384	2,05	0,96	0,980	23,64	3,41	5,74
8	404	2,19	0,92	0,956	48,07	3,50	5,81

Table 3.4.12. Influence of number of dealers on the irregularity of the degree of service on dealer level; simulation with parameters from table 3.4.9. run 2.

Het introduceren van extra onregelmatigheid in de levertijd van fabrikant naar importeur heeft met een (1) dealer geen noemenswaardig effect op de servicegraad van de dealer. Blijkbaar werken bij een regelmatige afname de voorraden van de importeur en dealer voldoende als buffer.

Invloed van piek-afnamen op de servicegraad.

Het optreden van een piek in de afname heeft direkt z'n weerslag op de servicegraad. Zie tabel 3.4.13.

Tabel 3.4.13.a. toont de uitkomsten zonder spoedorders, bij 3.4.13.b. is het effect van spoedorders te zien. Doordat de tekorten snel opgelost worden, neemt het aantal stuks*weken tekort af, wat wel tot uiting komt in de gamma-rel, maar niet in de beta-rel. De beta wordt enigszins verhoogd door het voorraadverhogende effect van de spoedorders.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Tabel 3.4.13. Effect van piek in de afname.

Modelsimulatie met parameters uit tabel 3.4.9. run 2.

Tabel 3.4.13.a. Geen spoedorders. Simulatieduur 10 jaar (5 tabellen).

In jaar 4 treedt een piek in de vraag op, waarbij de intensiteit van de vraag met ca. 6,25 toeneemt gedurende 20 weken.

Jaar	: afname	bnivo:	servicegraad-	stock-	gemid-	voor-	aantal	
	reali-		realisatie	outs:	delde	raad	voor-	
	satie:					voor-	turn-	raad-
			beta:	gamma:		raad:	over:	orders:
1	20	2,08	0,95	0,966	2,02	3,28	6,09	5
2	14	2,00	1,00	1,000	0,00	3,73	3,75	4
3	13	2,00	1,00	1,000	0,00	3,83	3,39	4
4	57	3,69	0,28	0,384	175,70	3,52	16,18	13
5	30	3,00	1,00	1,000	0,00	4,71	6,37	5
6	21	2,77	1,00	1,000	0,00	4,21	4,98	6
7	20	2,31	0,90	1,000	0,01	4,09	4,89	5
8	13	2,00	1,00	1,000	0,00	3,50	3,72	3
9	21	2,00	1,00	1,000	0,00	3,13	6,72	6
10	25	2,31	1,00	1,000	0,00	3,81	6,56	6
T	234	2,42	0,81	0,786	177,73	3,78	6,27	57

Jaar	: bestel- kosten:	verzend- kosten:	voorraad- kosten	korting- verlies	totale kosten
1	25,00	0,00	82,12	0,00	107,12
2	20,00	0,00	93,31	0,00	113,31
3	20,00	0,00	95,74	0,00	115,74
4	65,00	0,00	88,08	0,00	153,08
5	25,00	0,00	117,66	0,00	142,66
6	30,00	0,00	105,35	0,00	135,35
7	25,00	0,00	102,26	0,00	127,26
8	15,00	0,00	87,47	0,00	102,47
9	30,00	0,00	78,16	0,00	108,16
10	30,00	0,00	95,26	0,00	125,26
T	285,00	0,00	945,42	0,00	1230,42

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Tabel 3.4.13.a (vervolg) Maanduitkomsten dealer jaren: 3, 4, 5; detaillering van vorige tabel.

Jaar:	maand:	afname reali- satie:	bnivo:	service graad- reali- satie:	stock- outs:	gemid- delde voor- raad:	aantal voor- raad- orders:
<hr/>							
3	6	3	2	1,00	0,00	3,02	1
3	7	0	2	1,00	0,00	4,15	0
3	8	0	2	1,00	0,00	5,00	0
3	9	3	2	1,00	0,00	2,46	1
3	10	0	2	1,00	0,00	5,00	0
3	11	1	2	1,00	0,00	4,31	0
3	12	0	2	1,00	0,00	4,00	0
3	13	1	2	1,00	0,00	3,59	0
<hr/>							
4	1	5	2	0,60	3,97	1,51	1
4	2	16	3	0,06	20,16	0,20	3
4	3	7	4	0,00	64,59	0,00	3
4	4	9	4	0,00	55,50	0,00	2
4	5	7	5	0,00	30,35	0,00	1
4	6	1	4	0,00	1,14	3,94	1
4	7	3	4	1,00	0,00	6,56	0
4	8	2	4	1,00	0,00	4,79	1
4	9	0	4	1,00	0,00	8,17	0
4	10	4	4	1,00	0,00	5,56	0
4	11	0	4	1,00	0,00	5,00	0
4	12	1	3	1,00	0,00	4,51	1
4	13	2	3	1,00	0,00	5,56	0
<hr/>							
5	1	2	3	1,00	0,00	5,53	0
5	2	2	3	1,00	0,00	3,58	1
5	3	1	3	1,00	0,00	6,73	0
5	4	2	3	1,00	0,00	5,85	0
5	5	5	3	1,00	0,00	1,90	1
5	6	2	3	1,00	0,00	4,21	1
5	7	0	3	1,00	0,00	5,98	0
5	8	4	3	1,00	0,00	7,36	0
5	9	2	3	1,00	0,00	3,82	0
<hr/>							

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Tabel 3.4.13.a.(vervolg) Jaaruitkomsten importeur

Jaar:	afname reali- satie:	bnivo:	servicegraad- realisatie	stock- outs:	gemid- delde voor- raad:	voor- turn- raad: over:	aantal voor- raad- orders:	
			beta:	gamma:				
1	20	4,69	1,00	1,000	0,00	7,34	2,73	3
2	14	3,92	1,00	1,000	0,00	5,62	2,49	3
3	12	3,69	0,92	0,987	3,99	4,48	2,68	2
4	61	9,38	0,39	0,415	134,85	6,75	9,04	8+3 *)
5	25	6,46	1,00	1,000	0,00	7,38	3,39	4
6	21	5,15	1,00	1,000	0,00	7,23	2,91	4
7	20	4,92	1,00	1,000	0,00	6,02	3,32	3
8	15	4,00	1,00	1,000	0,00	4,70	3,19	3
9	23	4,62	0,87	0,961	5,18	3,97	5,80	6
10	24	5,00	0,96	0,996	0,76	5,49	4,37	4
T	235	5,18	0,82	0,877	144,80	5,90	3,99	40+3

*) 3 spoedorders.

Tabel 3.4.13.a (vervolg) Maanduitkomsten importeur jaar 3, 4, 5

Jaar:	maand:	afname reali- satie:	bnivo:	service graad- reali- satie:	stock- outs:	gemid- delde voor- raad:	aantal voor- raad- orders:	aantal spoed- orders:
3	4	0	3	1,00	0,00	5,00	0	0
3	5	3	4	1,00	0,00	2,15	1	0
3	6	3	5	0,67	0,79	1,61	0	0
3	7	0	4	1,00	3,21	0,60	1	0
3	8	0	4	1,00	0,00	7,85	0	0
3	9	3	4	1,00	0,00	7,47	0	0
3	10	0	4	1,00	0,00	5,00	0	0
3	11	0	3	1,00	0,00	5,00	0	0
3	12	0	3	1,00	0,00	5,00	0	0
3	13	0	3	1,00	0,00	5,00	0	0
4	1	0	2	1,00	0,00	5,00	0	0
4	2	7	5	0,71	3,66	1,88	1	1
4	3	18	10	0,00	40,92	0,00	2	2
4	4	15	14	0,00	46,03	0,00	2	0
4	5	0	12	1,00	42,53	0,34	2	0
4	6	11	14	0,82	1,72	1,56	1	0
4	7	0	12	1,00	0,00	9,51	0	0
4	8	0	10	1,00	0,00	10,00	0	0
4	9	5	11	1,00	0,00	10,76	0	0
4	10	0	9	1,00	0,00	13,00	0	0
4	11	0	8	1,00	0,00	13,00	0	0
4	12	0	7	1,00	0,00	13,00	0	0
4	13	5	8	1,00	0,00	9,65	0	0

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

5	1	0	7	1,00	0,00	8,00	1	0
5	2	0	6	1,00	0,00	8,00	0	0
5	3	5	7	1,00	0,00	9,07	0	0
5	4	0	6	1,00	0,00	10,00	0	0
5	5	5	7	1,00	0,00	8,79	0	0

Table 3.4.13.a. Effect of peak in the demand; model simulation with parameters from table 3.4.9. run 2.

No rush orders. Duration of simulation 10 years (5 tables).

In year 4 a peak in the demand occurs, whereby the level of demand increases by aprox. 6,25 during 20 weeks.

1st table: overall results at the dealers.

2nd table: costs at the dealers.

3rd table: monthly results dealer (period of peak).

4th table: yearly results importer.

5th table: monthly results importer (period of peak).

Tabel 3.4.13. Effect van piek in de afname.

Tabel 3.4.13.b. Als a., maar met spoedorders. Simulatieduur: 10 jaar.

Jaar	afname reali- satie	Bnivo	servicegraad- realisatie		stock- outs:	gemid- delde voor- raad:	voor- raad turn- over:	aantal orders	
			beta:	gamma:				norm.	spoed
1	20	2,08	0,95	0,997	0,20	3,29	6,08	5	1
2	14	2,00	1,00	1,000	0,00	3,64	3,84	4	0
3	13	2,00	1,00	1,000	0,00	3,34	3,90	4	0
4	57	3,69	0,53	0,973	4,75	4,27	13,36	7	6
5	30	3,00	1,00	1,000	0,00	3,90	7,70	6	0
6	21	2,77	1,00	1,000	0,00	4,22	4,98	6	0
7	20	2,31	1,00	1,000	0,00	4,21	4,75	4	0
8	13	2,00	1,00	1,000	0,00	2,78	4,67	4	0
9	21	2,00	1,00	1,000	0,00	3,23	6,50	6	0
10	25	2,31	1,00	1,000	0,00	3,79	6,59	6	0
T	234	2,42	0,88	0,992	4,95	3,67	6,24	52	7

jaar	bestel- kosten:	verzend- kosten:	voorraad- kosten:	korting- verlies:	totale kosten:
1	30,00	15,00	82,26	20,00	147,26
2	20,00	0,00	91,09	0,00	111,09
3	20,00	0,00	83,41	0,00	103,41
4	65,00	345,00	106,66	460,00	976,66
5	30,00	0,00	97,41	0,00	127,41
6	30,00	0,00	105,41	0,00	135,41
7	20,00	0,00	105,15	0,00	125,15
8	20,00	0,00	69,61	0,00	89,61
9	30,00	0,00	80,82	0,00	110,82
10	30,00	0,00	94,84	0,00	124,84
T	295,00	360,00	916,66	480,00	2051,66

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

Table 3.4.13. Effect of peak in the demand; like 3.4.13.b. except with rush-orders. Duration of simulation: 10 years.

Opmerkelijk in deze simulatie is dat de piek in de afname vooral bij de importeur vrij lang doorwerkt in de voorraadhoogte (zie maanduitkomsten jaar 4).

In werkelijkheid zal de dealer door spoedorders sneller reageren op de tekorten, maar daarmee wordt het probleem des te sneller naar de importeur doorgeschoven.

Uit de simulatie in tabel 3.4.13. kan ook afgeleid worden dat sturing op servicegraad bij seizoenartikelen niet goed mogelijk is, althans niet met de in het model gebezigde methode van recht vooruit in de tijd voorspellen. (Zie ook Hst.3.5. , seizoenmodellen). Bij dit soort instationaire processen kan slechts lokaal van een servicegraad sprake zijn, dat wil zeggen dat de servicegraadoelstelling gedefinieerd is in een bepaalde periode van het jaar.

Eerste bevoorrading.

Bovenbeschreven simulaties zijn verricht met het model van Van Osta [1984]; daarnaast is een tweede model gemaakt door Schulte [1984], dat als invoer reële afnamegegevens van importeur X gebruikt (zie Hst.3.5.). Bij de simulatie met deze gegevens bleek het niet goed mogelijk naar een servicegraadoelstelling te sturen. Dit werd veroorzaakt door onder meer de volgende effecten:

1. De korte duur van de simulatie periode (beperkte hoeveelheid gegevens).
2. Veel onregelmatigheid (pieken) in de afnamereeksen, hetgeen vooral bij geringe afnamen lange nawerking op het voorraadmivo heeft.
3. In de modeldefinitie werd geen negatieve veiligheidsvoorraad toegelaten.
4. De aanwezige beginvoorraad werd in de simulatie periode (2 jaar) vaak niet opgemaakt.

Dit laatste effect kan vergeleken worden met het in de praktijk veel voorkomend verschijnsel van eerste bevoorrading ('initial stocking'). Van nieuwe typen wordt - meestal op goed geluk - zowel bij de importeur als bij de dealers een voorraad aangelegd, die bij uitblijven van de vraag als inkoerant blijft liggen. Veel van de in werkelijkheid aanwezige inkoerante voorraad blijkt terug te voeren te zijn op overmatige eerste bevoorrading. Het verdient daarom aanbeveling de eerste bevoorrading met terughoudendheid in te kopen en eerst de ontwikkeling van de vraag naar het onderdeel af te wachten, zodat op grond daarvan volgens de servicegraadoelstelling besteld kan worden.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO ANALYSE VAN DE SERVICEGRAAD

3.4.9 Samenvatting

Door de automatisering in het voorraadbeheer van onderdelen is het mogelijk om de voor optimalisering noodzakelijke berekeningen voor vele artikelen snel uit te voeren. Daardoor is enerzijds een rationalisatie van de instelling van voorraadnormen, anderzijds de meting van gerealiseerde service als maat voor de prestatie van het I.V.V.-systeem onontbeerlijk geworden.

De servicegraad per artikel is geschikt als norm om het inkoop-voorraad-verkoop systeem grotendeels zelfsturend te maken. Berekening van de bestelnivo's geschiedt op basis van kansberekening en globale optimalisering. In theorie kan de optimale servicegraad berekend worden door afweging van tekortkosten en voorraadkosten, maar in de praktijk is het leggen van een relatie tussen technische vitaliteit en de servicegraad realistischer. Als men de wachttijden van de afnemers wil laten meetellen in de gemeten servicegraad, biedt de γ -servicegraad daar een oplossing voor; dit heeft echter vergaande konsekventies voor zowel het berekenen van het bestelnivo als voor de meting van de gerealiseerde service.

Om de servicegraad te kunnen registreren verdient de definitie aan de verkoopt kant speciale aandacht, met name ten aanzien van de behandeling van verloren verkopen en de periode waarover gemeten en beoordeeld wordt. De geregistreerde servicegraad is op lange termijn een maat voor de prestatie van het systeem en als zodanig informatief voor het management, de inkopers, de verkopers en de afnemers.

Het overschakelen van de ambachtelijke methode naar een rationeel en geautomatiseerd systeem dient projektmatig aangepakt te worden, omdat er op verscheidene fronten veranderings- en leerprocessen plaats moeten vinden die voorbereiding, coördinatie en begeleiding vereisen.

3.5 VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

3.5.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is de rol van verdelingsfuncties bij het bepalen van het bestelnivo ter sprake gekomen. Evenals bij de servicegraad-definitie speelt bij de keuze van een verdelingsfunctie de afweging tussen complexiteit en perfectie een rol. Er zijn aanzienlijke verschillen in complexiteit van berekening van verschillende verdelingsfuncties, maar het is niet altijd zeker of die ook leiden tot een merkbaar beter resultaat. Daarbij moet men zich realiseren dat de afnamevoorspelling en de kansberekening voor het B-nivo nauw in elkaars verlengde liggen, aangezien ze beide het B-nivo bepalen. Onnauwkeurigheid in elk van beide leidt tot afwijkingen in het B-nivo. Het heeft derhalve weinig nut om perfectie in de verdelingsfunctie na te streven wanneer de voorspelling onnauwkeurig is en omgekeerd. Men wordt hiermee gekonfronteerd op drie gebieden:

- in de literatuur: deze gaat of over verdelingsfuncties (waarbij de voorspelling aanwezig geacht wordt), of over afnamevoorspelling (waarbij de B-nivo-berekening niet vermeld wordt).
- In testsituaties: afzonderlijk testen van verdelingsfunctie en voorspeller

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

- zegt weinig over het gekombineerde resultaat, terwijl een gekombineerde test weinig zegt over de bijdrage van elk van beide in het resultaat.
- In de praktijk: het is niet eenvoudig een zodanige afstemming van voor-spelmethode en bestelmodel tot stand te brengen dat een goed funktionerend geheel ontstaat.

Wat dit laatste betreft ligt het probleem voor een groot deel op het gebied van de software ontwikkeling (zie Hst.3.1.2. pag.26).

Onder andere Kleijnen [1976] en Schneider [1977] hebben een kritische analyse gewijd aan het IMPACT-systeem, waaruit bleek dat dit in bepaalde gevallen kan degenereren en meestal te hoge servicegraad levert (Kleijnen). Schneider [1977] analyseert de tekortkomingen van de softwarepakketten die werken met het model van R.G. Brown. Belangrijkste fouten die daarmee gemaakt worden zijn:

- aanname van een B,Q-systeem, terwijl in feite een s,S,T- of s,nQ,T-policy gevolgd wordt;
- de aanname dat aanvragen per 1 stuks tegelijk komen, terwijl ze vaak in orders van 2 of meer voorkomen, waardoor de "overshoot" (de order die het B-nivo doet onderschrijden) zorgt voor een te late bestelling;
- de aanname van een Normale verdeling met variatiecoëfficiënt $\sigma/\mu \leq 1$, terwijl die in werkelijkheid vaak groter is;
- Als een β -servicegraad volgens Brown verlangd wordt, leidt het model van Brown echter tot een α -servicegraad (Schneider [1977]); daardoor wordt de voorraad te hoog wanneer men deze α -servicegraad instelt op de waarde van de gewenste β -servicegraad.

Schneider [1977], [1978], [1979] analyseert deze effecten door de Brown-benadering te vergelijken met een s,S-bestelmodel op basis van een Gamma-verdeling met numerieke approximatie (1978). Uit een simulatie over 252 artikelen blijkt dat "...Brown's approximation seems to break down sometimes, since in 12 cases the servicelevel is about 10 % below that desired..."; en: "...Brown's approximation yields a service which is in many cases too high and is expensive; in some other cases Brown's approximation cannot be used, since the obtained service would be too low...".

Daadwerkelijk kritisch onderzoek aan deze pakketten was niet mogelijk, omdat geen van de leveranciers hun pakketten voor dat doel ter beschikking stelde (Kleijnen). Behalve deze ietwat academische onvolkomenheden waren deze pakketten tamelijk onpraktisch:

- het algemene nadeel van pakketten is dat ze voor zeer veel uiteenlopende situaties toepasbaar moeten zijn, waardoor ze voor iedere individuele gebruiker onnodig ingewikkeld zijn.
- De modules moeten gevoed worden met akkurate gegevens uit het administratiesysteem waar het pakket in ingebouwd is, wat vaak moeilijkheden oplevert of slecht gebeurt.
- Er wordt van de gebruikers een hoeveelheid statistische kennis en inzicht in het systeem vereist die vaak niet aanwezig is.

Importeur X had een IMPACT-versie in gebruik voor de personenwagens, die vooral bij lage, onregelmatige afnamen onbevredigende resultaten opleverde. Deze pakketten zijn in de jaren zeventig verouderd en in onbruik geraakt. Er zijn momenteel sporadisch softwareburo's die voorraadsystemen leveren met stochastische voorspel- en bestelmodellen. Sommige grotere firma's leveren dergelijke bij de tijdse systemen, die evenwel niet geschikt zijn voor kleine computers en een permanente staf van geschoold personeel nodig hebben voor de parameter- en bestandsbewaking. Een uitzondering is aangetroffen bij

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

uitzondering is aangetroffen bij een groot serviceburo dat een systeem van on-line voorraadbeheer levert, waarin afnamevoorspelling en automatische B-nivo berekening toegepast wordt, echter zonder expliciete servicedoelstelling per artikel.

Magson [1979] zegt over de geringe perfectie van deze pakketten: "...The vast majority of lead-times are of course variable, but the approximation that they are fixed is normally a reasonable one and is used in most inventory systems. The author in fact knows of no large computer based stock control system which takes account of leadtime variance".

3.5.2 Gevoeligheidsanalyses verdelingsfuncties

Een verklaring voor deze lacune tussen theorie en praktijk kan wellicht gezocht worden in de relatieve kosten-ongevoeligheid van het voorraadstelsel ten opzichte van de perfectie van

- a. de gebruikte kansverdeling in de inkoopoptimalisering,
- b. de gebruikte voorspelmethode.

Een aanwijzing voor punt a. is gegeven door Naddor [1978], waarin aangetoond wordt dat uiteenlopende kansverdelingen, van verfijnd tot zeer grof, nauwelijks effect hebben op de kosten van het voorraadstelsel. Volgens hem is het functioneren van het stelsel bijna geheel afhankelijk van de kwaliteit van de voorspelling.

Nog een aanwijzing komt van Fortuin [J.O.R.S. 1980], die naast elkaar legt de Normale-, de Lognormale-, de Gamma-, de Erlang-, en de Weibull-verdeling, om aan te tonen dat het verschil in effect van deze verdelingen op het B-nivo zeer gering is, (kleiner dan 0,3 %), zodat men qua kosten vrijwel geen verschil merkt. Gezien de eenvoud van berekening verdient de logistische verdeling daarom (verre) de voorkeur boven de andere. Een voorbehoud wordt gemaakt ten aanzien van zeer lage afnamen, die om dezelfde reden veilig met een Poissonverdeling benaderd kunnen worden, daarmee eveneens profiterend van het voordeel van de eenvoud.

Melese's onderzoek (Mélèse [1964]) wees eveneens in de richting van relatieve ongevoeligheid voor de keuze van de verdelingsfunctie. Hij wijst hier op in verband met de complicaties die optreden in een voorraadbeheersysteem wanneer telkens (eventueel na een statistische test) overgeschakeld moet worden op een andere verdelingsfunctie.

Iets dergelijks wordt aangevoerd ten aanzien van punt b. door Corke [1977], die aan de hand van een eenvoudige simulatie illustreert dat verschillende vormen van enkele en dubbele exponentiële effening nauwelijks effect hebben op de voorspelfout en op de kosten van het systeem.

Als deze beweringen waar zijn voor het onderhavige probleem, dan zou dat betekenen dat volstaan kan worden met simpele rekenroutines om daarmee een bijna-optimaal resultaat te behalen. Uit dien hoofde zijn enkele experimenten met simulatie van modellen van voorraadsystemen uitgevoerd om na te gaan in hoeverre de gehanteerde voorspeller of kansverdeling van invloed is op

- a. de voorraadhoogte,
- b. de servicegraad in vergelijking met de doelstelling,
- c. de kosten.

Ook als de exakte vorm van de verdelingsfunctie niet erg relevant is, dan is

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

er toch een verdelingsfunctie nodig om het systeem op verantwoorde wijze naar een servicegraadoelstelling te sturen. In het voorgaande is immers aangevoerd dat nuancering van de servicegraadoelstelling wel besparingen oplevert.

Ook als de vraag onregelmatig is, is toch een afnameregistratie en een voor-speller nodig om verantwoorde bijsturing aan trends of nivoveranderingen mogelijk te maken.

3.5.3 Overzicht van enkele verdelingsfuncties

In aansluiting op de publikaties van Naddor, Fortuin en Schneider is getracht een eenvoudig overzicht te krijgen van de bestelnivo's zoals die berekend worden op basis van verschillende verdelingsfuncties. Daartoe zijn voor vijf verdelingsfuncties bestelnivo's berekend bij een aantal parameter-kombinaties. Aangezien een bestelnivo (B_{nivo} of B) door een groot aantal variabelen bepaald wordt, is voor iedere variabele een beperkt aantal waarden doorlopen, teneinde de tabel overzichtelijk te houden. Het betreft hier:

- afdname in de levertijd (samengesteld uit 6×6 combinaties van levertijd en afnamesnelheid);
- spreiding van de afdname in de levertijd; hierin wordt een verband aangenomen met de afdname in de levertijd via:

$$\sigma = \mu^{0,7} \quad (\text{voor } \mu < 1 \text{ is } \sigma/\mu > 1);$$
- bestelhoeveelheid (Q): bepaald volgens EOQ met
 bestelkosten = f 5,-, bewaarkosten = f 25,-;
 zodat $Q = C \cdot \sqrt{D(\text{jaar})}$ (C is konstante), met randvoorwaarden:
 $Q \geq 1, Q \geq \mu_{LD}, Q \leq D(\text{jaar});$
- de bestelcyclus; deze volgt uit $Q/D(\text{jr}) = \text{gemiddelde duur tussen 2 bestellingen};$
- servicegraadoelstelling (zowel β - als γ -):
 $\beta_{ds} = \gamma_{ds} = 0,7, 0,85, 0,9, 0,95, 0,99, 0,999.$

Als verdelingsfuncties zijn genomen:

- Logistische verdeling,
- Gamma- ,,
- Poisson- ,,
- Normale ,,
- Laplace- ,,

Daarnaast zijn de B-nivo's met de Normale en de Poisson-verdeling ook uitgerekend voor een γ -servicegraadoelstelling.

Hoewel de combinaties van invoervariabelen in werkelijkheid meer uiteenlopend zullen zijn, kan met de gehanteerde combinaties al een goede indruk verkregen worden van de orde van grootte waarin de B-nivo's verschillen onder invloed van de verdelingsfuncties en servicegraaddefinitie. Zie Bijlage B voor het overzicht, het bijbehorende programma en de afleidingen.

Ten aanzien van de berekende waarden kunnen enkele kanttekeningen gemaakt worden:

1. Vooral bij lage μ , grote σ en lage β -ds wordt bij de Logistische en Gamma-verdeling de veiligheidsfactor $K < 0$, waardoor ook $B < 0$ kan worden. Indien men $K \geq 0$ definieert, zal bij die μ en σ impliciet

?

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

naar een hogere β_{ds} gestuurd worden.

2. De Poisson- en de Normale verdeling komen op natuurlijke getallen uit, omdat het B-nivo volgens een iteratie-schema berekend wordt; de Gamma, Logistische en Laplace verdeling leveren directe algoritmen voor K op, zodat de uitkomsten nog afgerond moeten worden tot gehele getallen.
3. Bij lage μ en grote σ (bijv. $\mu = 0,2$, $\sigma = 0,32$) komt de K-Normaal voor verschillende β_{ds} op dezelfde waarde uit. Dit komt omdat $(x - \mu)/\sigma \approx \chi(0,1)$ een grote sprong maakt bij verhoging van x met 1. Bij de directe berekeningen van K ontstaan reële waarden die na afronding een natuurlijk getal opleveren, dat dan dicht bij de "Normale" B ligt. Als $\sigma > 1$ verdwijnt dit effect bijna geheel.
4. Er treden wel degelijk verschillen op in de B-nivo's. Bij kleine μ kan dat een gevolg zijn van afrondingen, maar de procentuele verschillen zijn groot bij kleine μ en B.
5. De verschillen tussen de verdelingsfuncties komen het sterkst tot uiting bij hoge β_{ds} . Daaraan is ook te zien dat de Gamma-verdeling steeds de hoogste B-waarde oplevert, daarna de Logistische, daarna de Normale en de Laplace de laagste. De Poisson loopt bij lage μ voor, maar blijft bij ca. $\mu > 6$ achterlopen. Bij $\mu = 96$ laat de berekening voor γ_{ds} met Poisson het afweten vanwege underflow.
6. De K-Laplace reageert duidelijk minder op β_{ds} , wat het meest tot uiting komt bij hoge μ (ca. $\mu > 6$) en ca. $0,85 < \beta < 0,99$. Bij $\beta_{ds} = 0,9$ verschillen B-Laplace en B-Logistisch weinig. Dit is ongetwijfeld van invloed geweest op de experimenten van Schulte (zie volgende par.).
7. Bij vergelijking van de B-nivo's voor γ_{ds} met die voor β_{ds} valt op dat $B(\gamma)$ altijd lager uitvalt dan $B(\beta)$. Voor verdere bespreking zie Hst 3.4. servicegraden.
8. De complexiteit van de berekeningen en de daarmee gemoeide rekentijd loopt sterk uiteen; vooral de iteratieve bewerkingen vergen veel tijd. Dit is ook de reden waarom de DPV niet in het overzicht opgenomen is. Overigens beliep de totale CPU-tijd voor dit overzicht minder dan 2 sec. Weliswaar kan dat op kleinere computers langer duren, maar de grens waarbij het niet meer zinvol is om op dit soort algoritmen te beknibbelen, wordt wel bereikt.

Belangrijkste konklusie uit dit overzicht is dat de keuze van de verdelingsfunctie wel invloed heeft op het B-nivo. Zolang de afnamereeks zich in werkelijkheid gedraagt konform de aangenomen verdeling, zal het gewenste service-nivo optimaal benaderd worden; het regelmatig analyseren van afnamereeksen uit het verleden om bijpassende verdelingen te vinden is evenwel een opgave die in de praktijk nauwelijks uit te voeren is. Uiteindelijk is slechts de gevoeligheid van het voorraadsysteem als geheel voor afwijkende vraagontwikkeling ten opzichte van de gehanteerde verdelingsfunctie van belang.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

3.5.4 Vooronderzoeken naar verdeling van de vraag

In het hiernavolgende zullen eerst enkele deelonderzoeken behandeld worden die betrekking hebben op de vraagverdeling, daarna enkele met betrekking tot voorspellers.

Het betreft hier onderzoeken door Ritter [1977], Van Der Schee [1978], Schulte [1984], Kapitein [1982], Mies [1984].

3.5.4.1 Dubbele Poisson Verdeling

Uitgangspunt in dit onderzoek (Ritter [1977]) was dat het effect van de ordergrootte mee zou moeten spelen in de vorm van de kansverdeling. Daartoe werden zowel de aankomst van orders (gebeurtenis) als de omvang van orders Poisson-verdeeld verondersteld, waardoor de verdeling van de vraag per periode benaderd kan worden door een samengestelde-, ofwel compound-, ofwel dubbele Poisson-verdeling (DPV). Het gebruik van de (kumulatieve) DPV werd gedefinieerd in combinatie met een toeleveringsgraad, welke teruggerekend moet worden uit de alfa-servicegraad op jaarbasis.

De validatie van deze Dubbele Poisson Verdeling DPV is uitgevoerd door middel van een χ^2 test op werkelijke afnamecijfers van onderdelen. Daaruit bleek dat voor afnamen onder ca. 50 stuks per jaar de verdeling redelijk voldoet (betrouwbaarheid ca. 80 %), mits er geen seizoenpatroon in de afnamereeks optreedt.

De parameters gemiddelde ordergrootte en gemiddeld aantal orders per maand worden bepaald door extrapolatie uit het verleden, bijvoorbeeld door exponentiele effening. De daardoor veroorzaakte onnauwkeurigheid zal afbreuk doen aan de perfectie in de kansberekening zelf. De berekening van de DPV verloopt via een rekursieve betrekking, waarvan het iteratieschema vooral bij hoge waarden zeer veel rekentijd vergt. Aangezien (zeker in die tijd, 1979) de meeste administratieve computers nog geen e-machten of logaritmen konden berekenen, is de verdeling voor een aantal waarden getabelleerd, zodat berekening omzeild kan worden door de tabel in de computer in te voeren. Bij lange levertijden (ca. 8 weken en langer) gaat de kumulatieve DPV de vorm aannemen van de Normale verdeling, hetgeen te verwachten is op grond van de centrale limietstelling.

3.5.4.2 Voorraadbeheer bij slowmover onderdelen

In dit onderzoek (Van der Schee [1978]) is gebruik gemaakt van een enkele en een dubbele Poissonverdeling om na te gaan of in een simulatie van een voorraadstelsel een turnover-verbetering bereikt kan worden bij een gewenste servicegraadoelstelling. Er deden zich evenwel enige operationele problemen voor, zoals:

- a. een geflatteerde werkelijkheid door foute noteringen op de gebruikte voorraadkaarten;
- b. het ontbreken van spoedorders in het model;
- c. ontbreken van voorkennis omtrent de afnamen, zoals die wel aanwezig is bij de inkopers.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

- ad a. De referentie-servicegraad werd uit de voorraadkaarten berekend; daar werd echter niet altijd negatieve voorraad genoteerd, aangezien men in voorkomende gevallen de verkoopafboeking noteert na de aankomst van de bestelling. Verloren verkopen zijn in dergelijke noteringen in 't geheel niet terug te vinden. Aangezien van deze kaarten ook de referentie-waarde voor de voorraad-turnover betrokken werd, stond het model voor de onmogelijke opgave om voor een geflatteerde servicegraad een betere voorraad-turnover te bereiken dan die van de voorraadkaarten.
- ad b. In werkelijkheid worden regelmatig spoedorders besteld, die vaak niet als zodanig op de kaart terug te vinden zijn en waar onbekende kosten voor gemaakt worden. Het model werkt echter met geoptimaliseerde aanvulbestellingen, hetgeen bij dezelfde servicegraad moet leiden tot een hoger voorraadmivo.
- ad c. Het model extrapoleert de afnamecijfers met behulp van exponentiele effening, terwijl in werkelijkheid vaak op grond van voorkennis over komende aanvragen de inkoop aangepast wordt.

Er werden geen verschillende verdelingsfuncties voor de optimalisering van het B-nivo naast elkaar uitgeprobeerd. De aard van de operationele problemen bij deze proef geeft reeds aan dat de soort kansverdeling slechts ten dele het functioneren van het systeem bepaalt.

3.5.4.3 Lumpy-demand artikelen

Artikelen met een zeer onregelmatig afnamepatroon worden 'lumpy-items' genoemd. Als criterium hiervoor wordt aangehouden dat de variatie-coëfficiënt groter dan 1 is (Brown, Thomopoulos). Het probleem met de afnamevoorspelling en de B-nivo berekening van deze artikelen is dat ze niet passen in de gangbare kansmodellen.

In de literatuur zijn twee methoden aangetroffen om voor deze vraagpatronen een B-nivo te berekenen. Bij Thomopoulos [1980], die de methode van Wilcox behandelt (Wilcox, [1970]) en bij Williams [1981]. Getracht is een complex model (Williams) te vergelijken met een simpel model (Thomopoulos), wat betreft hun effect op het voorraadstelsel, om te zien of een van beide een oplossing kan bieden voor het grote pakket slowmovers.

Williams geeft een simultane optimalisering van bestelnivo en bestelhoeveelheid op basis van een Gamma-verdeling en onder aanname dat de kans op afname gedurende de levertijd > 1 verwaarloosbaar is. Het wiskundige model van Williams is uitgewerkt tot een programmaontwerp door Kapitein (Kapitein [1982]). Dit was echter dermate complex dat de uitwerking daarvan tot een universele subroutine voor B-nivo berekening op grote problemen stuitte. Blijkbaar heeft Williams dat zelf ook ervaren, want in 1983 publiceerde hij de uitkomst van de berekening in de vorm van een serie tabellen (Williams [1983]). Deze konden echter niet meer in het onderzoek opgenomen worden.

De methode van Wilcox bestaat uit een eenvoudig algoritme dat als volgt verloopt:

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

Stel: L = levertijd (L tijdseenheden)
 Y_i = afname in tijdseenheid i
 X_t = afname in de afgelopen L tijdseenheden
 n = aantal waarden van X_t die onthouden worden

Neem bijvoorbeeld $L = 4$ en $n = 12$, dan wordt

$$\begin{array}{rcl} X_1 & = & Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \\ X_2 & = & Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 \\ X_3 & = & Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 \\ & \vdots & \\ X_{12} & = & Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} \end{array}$$

- De n waarden van X_t worden van klein naar groot gesorteerd.
- Het aantal levertijdperiodes n wordt vermenigvuldigd met de gewenste servicegraad.
- De uitkomst van deze vermenigvuldiging wordt gesplitst in een integer deel (de modulus, I) en het rest deel.
- Het integer deel vormt de index voor het getal uit de tabel X_t waarmee het bestelnivo uitgerekend wordt.
- Het restdeel wordt vermenigvuldigd met het verschil tussen waarden $X(I)$ en $X(I+1)$.
- Dit wordt bij $X(I)$ opgeteld, wat het bestelnivo oplevert.

Bijvoorbeeld: servicegraad = 0,8
 $n = 12$
 $0,8 * 12 = 9,6$
 zodat $I = 9$, restdeel = 0,6
 en: bestelnivo = $X_9 + 0,6 * (X_{10} - X_9)$

Deze berekeningswijze is eenvoudig in vergelijking met de door Williams beschreven methode van simultane optimalisering van bestelhoeveelheid en bestel-nivo. De uitgewerkte berekeningswijze is opgenomen in bijlage B.

In paragraaf 3.5.5.2. (tabel 3.5.4.) worden de resultaten behandeld van de simulaties met de methode van Wilcox in vergelijking met drie andere verdelingsfuncties.

3.5.5 Effect van verdelingsfunctie in voorraadstelsel

3.5.5.1 Simulatie voorraadstelsel met reële afnamecijfers

In de proeven door Ritter en Van der Schee is niet nagegaan wat het effect van verdelingsfuncties en voorspellers samen is in een voorraadstelsel. Om die reden is een simulatiemodel van een voorraadstelsel gemaakt, waarin verschillende methoden vergeleken kunnen worden op hun effect op de totale kosten van een voorraadstelsel.

In dit model-onderzoek (FORTRAN-model van Schulte [1984]) is gebruik gemaakt van twee jaar afnamegegevens van het hele pakket landbouwwerktuigenonderdelen van importeur X. (Twee jaar was het maximum beschikbare, data van voor die tijd waren niet meer te achterhalen). Deze gegevens staan geregistreerd op een tape per twee-wekelijkse perioden. Het betreft hier ca. 4.000

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

artikelen met afnamen boven 3 stuks in twee jaar uit een totaal van ca. 23.000 artikelen. Voor een karakterisering van de afnamen, zie tabel 3.5.1. en tabel 3.5.2.

Tabel 3.5.1. Aantal seizoen-artikelen bij de eerste 2000 artikelen.

Seizoen-aanduiding	aantal artikelen	gemiddelde afname/jaar	gemiddeld aantal aanvragen per jaar
'seizoen'	607	36,26 stuks	3,58
'niet-seizoen'	1393	40,69 stuks	7,09

Table 3.5.1. Number of seasonal articles.

Tabel 3.5.2. Vraagpatroon eerste 1393 niet-seizoen artikelen.

afname-kategorie	Jaar-afname 1)	aantal artikelen	gemiddelde afname per 2 wk	variatie-coëfficient 2)	gemiddelde prijs
1	0 - 2,5	123 (8,8%)	0,09 st.	3,56	121,93
2	3 - 5	307 (22,0%)	0,15 st.	3,13	160,80
3	5,5 - 10	281 (20,2%)	0,28 st.	2,61	128,84
4	10,5 - 20	256 (18,4%)	0,55 st.	2,05	73,36
5	20,5 - 40	190 (13,6%)	1,13 st.	1,76	39,20
6	40,5 - 80	127 (9,1%)	2,17 st.	1,39	44,80
7	80,5 - 160	65 (4,7%)	4,27 st.	1,15	27,79
8	160 -	44 (3,2%)	25,81 st.	1,08	15,22

Table 3.5.2. Demand pattern of non-seasonal articles.

Toelichting: 1 gemiddeld over twee jaar.

2 Variatie-coëfficient t.o.v. afname per 2 weken.

Er is een model van een elementair inkoop-voorraad-verkoop-systeem gemaakt, waarin onder andere gemeten worden:

- de servicegraad (β -servicegraad over twee jaren);
- de spreiding in de servicegraad tussen artikelen onderling;
- de gemiddelde buiten-voorraadtijd;
- de gemiddelde kosten per artikel, bestaande uit bestel- en voorraadkosten;
- de eindvoorraad.

Er is uitgegaan van een zo realistisch mogelijke nabootsing van de werkelijkheid door uitsluitend gebruik te maken van werkelijke afnamen. Daartoe werd dit systeem gevoed met telkens een afnamereeks van twee jaar van ieder artikel. Een handicap daarbij was dat bij het merendeel van de artikelen de afname zo laag is, dat de eindsituatie voor een deel bepaald wordt door de ingevoerde startwaarden.

Effekt van verdelingsfunctie

In dit model zijn drie verdelingsfuncties vergeleken wat betreft hun effect op het I.V.V.-systeem:

- Logistische verdeling (zie Hst.3.4.3.),

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

- Laplace verdeling (zie Hst.3.4.3.),
- Dubbele Poisson verdeling;

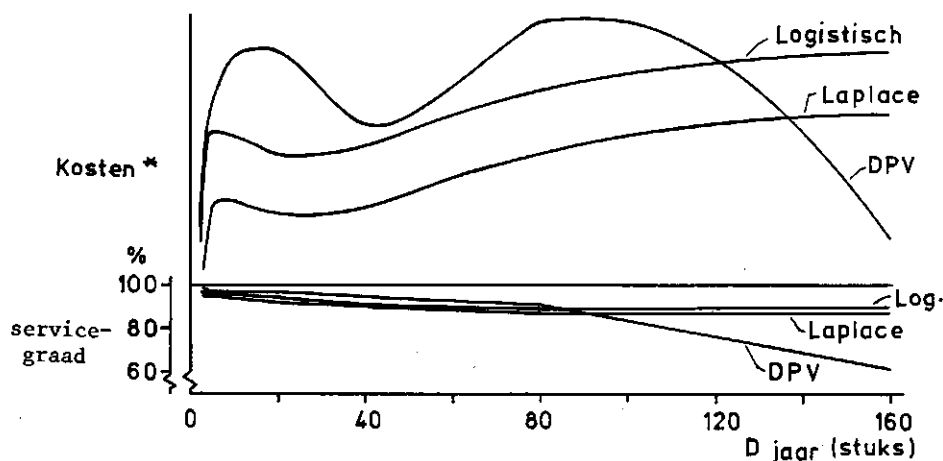
Tabel 3.5.3. Effect van verdelingsfuncties op servicegraad en kosten.
Voorspelmethode: tussen-aankomst-tijden met Exponentiele Effe-
ning met $\alpha = 0,1$; Servicegraad-doelstelling = 95 %
1394 artikelen zonder seizoengebonden vraag.

Afname- kate- gorie	Logistische			Laplace			Dubbele Poisson		
	gem. vrd	serv.- graad	kos- ten	gem. vrd	serv.- graad	kos- ten	gem. vrd	serv.- graad	kos- ten
1	3,3	97,8%	39	3,0	96,9%	29	3,1	98,2%	34
2	4,6	97,3%	61	4,3	96,1%	44	4,7	97,1%	66
3	6,8	96,5%	60	6,2	94,3%	44	7,4	97,9%	78
4	10,1	94,5%	55	9,7	92,3%	42	12,1	98,1%	78
5	17,3	91,7%	57	16,6	90,9%	42	18,5	95,4%	62
6	23,8	88,9%	71	21,5	86,8%	55	20,9	90,0%	86
7	35,8	90,1%	78	33,4	87,2%	64	15,3	62,2%	35

Table 3.5.3. Effect of distribution function on degree of service and costs.

- Toelichting: 1. Afname-kategorie: zie tabel 3.5.1
2. Kosten: exclusief buiten-voorraad kosten (guldens).
3. gemiddelde voorraad in stuks.

Deze uitkomsten zijn grafisch weergegeven in figuur 3.5.1.



Figuur 3.5.1. Effect van verdelingsfunctie op kosten en servicegraad.
Simulatie met Fortran-model; twee jaar reële afnamecijfers.
* Bestel- en voorraadkosten, geen tekortkosten.

Figure 3.5.1. Effect of probability distribution function on degree of service and costs. * Ordering- and inventory costs; no cost of shortage. Simulation with Fortran-model, two years real demand figures, 1394 articles.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

Bij toenemende servicegraad (berekend van 90 % tot 98 %) nemen de verschillen tussen de effecten van deze drie verdelingen toe, maar de onderlinge verhoudingen blijven gelijk. Als men bij de kosten ook de buitenvoorraad-kosten in beschouwing neemt, zijn de verschillen geringer, aangezien in tabel 3.5.3. lage kosten gepaard gaan met een lage service.

De lagere service die bij de Laplace-verdeling gerealiseerd wordt, moet toegeschreven worden aan het feit dat deze minder nuanceert. Dit komt duidelijker naar voren bij toenemende afname.

De DPV levert in de lage afname-kategorieën een te hoge service en valt bij hoge afnamen ver terug, wat veroorzaakt wordt door rekentechnische problemen.

Kanttekeningen bij deze simulatie

- Uit een aantal testruns bleek wel dat seizoenartikelen met een apart seizoenmodel benaderd moeten worden.
- Factoren als voorspelmethode, hoogte van de ingestelde servicegraad, oefenen meer invloed uit dan de verdelingsfunctie.
- De Logistische verdeling reageert sterker op de voorspelfout, omdat de veiligheidsfactor $-K-$ een functie is van $\sigma(D)$, welke berekend wordt uit de voorspelfout (zie Hst. 3.4.3.). Dit effect zal om dezelfde reden ook bij andere verdelingen, zoals de Normale en de Gammaverdeling optreden. De Logistische verdeling brengt afhankelijk van de servicegraadoelstelling meer nuancering aan in het B-nivo, hetgeen bij afnamekategorieën 4 en hoger merkbaar wordt.
- zie ook kanttekeningen in Hst.3.6.3.4.

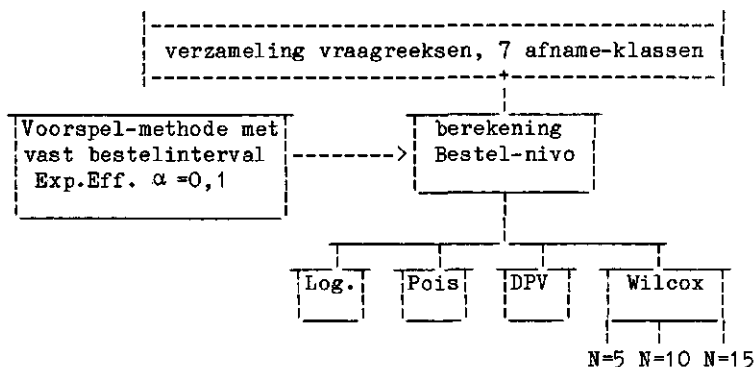
3.5.5.2 Simulatie met reële afnamen over 10 jaar

Dit simulatiemodel van een I.V.V.-systeem is een door Mies (Mies, [1984]) gemodificeerde versie van het model van Van Osta (zie Hst.7). Er wordt gesimuleerd met een (1) voorraadpunt en een uit reële afnamecijfers samengestelde vraagreeks (zie Hst.3.6.4.1.). Voor de afnamevoorspelling wordt exponentiële effening met effeningskonstante $\alpha = 0,1$ gebruikt bij een vast voorspelinterval (V.V.I.) van 4 weken. Er wordt nu een vergelijking gemaakt tussen 4 verschillende methoden van B-nivo berekening wat betreft hun invloed op de totale kosten van het systeem:

1. logistische verdeling,
2. Poisson-verdeling (EPV),
3. Dubbele Poisson-verdeling (DPV),
4. Wilcoxon' methode met 3 verschillende aantallen levertijdperioden.

In figuur 3.5.2 is het gebruikte testschema weergegeven.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO



Figuur 3.5.2. Onderzoekschema naar de invloed van de verdelingsfunctie op het voorraadsysteem.

Figure 3.5.2. Schematic illustration of the procedure for testing the influence of distribution function on the stock control system.

Lumpy-demand artikelen

In de hierna volgende tabellen zijn de resultaten weergegeven van de simulaties met de methode van Wilcox en drie verdelingsfuncties.

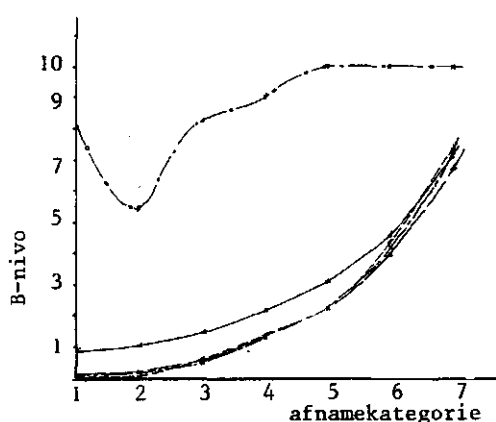
Tabel 3.5.4. Effect van aantal perioden (N) in model van Wilcox op het voorraadsysteem. Simulatieperiode = 10 jaar. Voorspelinterval = 4 weken, exp. eff. met $\alpha = 0,1$.

afname-reeks	B e r e k e n i n g B - n i v o					
	Wilcox, N=5		Wilcox, N=10		Wilcox, N=15	
	serv. graad	totale kosten	serv. graad	totale kosten	serv. graad	totale kosten
1	1,00	408	1,00	374	1,00	365
2	0,90	538	0,90	524	0,93	480
3	0,91	662	0,89	674	0,89	665
4	0,87	1068	0,86	1089	0,87	1067
5	0,89	1620	0,88	1650	0,85	1466
6	0,74	4361	0,80	4217	0,74	4348
7	0,72	8253	0,75	8157	0,74	8056

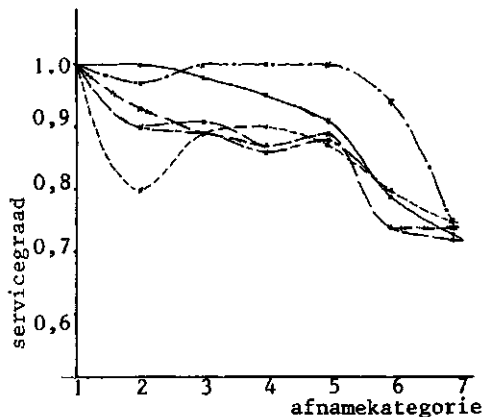
Table 3.5.4. Effect of number of periods (N) in method of Wilcox on the stock control system. Simulation period = 10 years. Forecasting interval = 4 weeks, exponential smoothing with $\alpha = 0,1$.

Andere kenmerken van de simulatie uitkomsten zijn grafisch weergegeven in de figuren 3.5.3.a t/m 3.5.3.f.

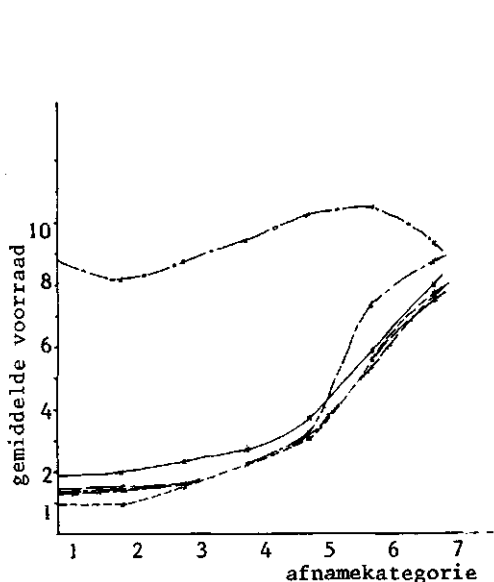
INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO



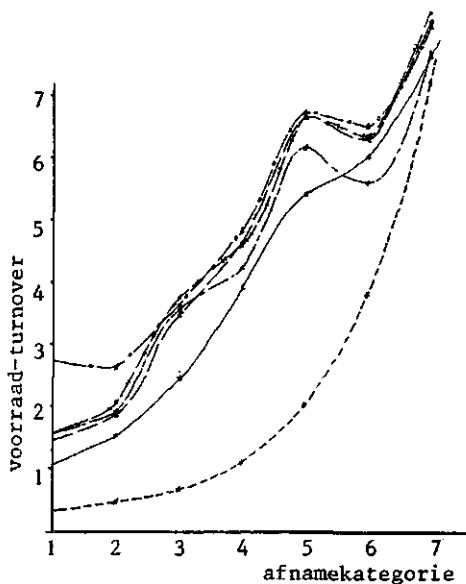
3.5.3.a. Effect van verdelingsfunctie op bestel-nivo.



3.5.3.b. Effect van verdelingsfunctie op servicegraad



3.5.3.c. Effect van verdelingsfunctie op gemiddelde voorraad (stuks)



3.5.3.d. Effect van verdelingsfunctie op voorraad-turnover.

— Poisson-verdeling
— o — Dubbele Poisson verdeling
- - - Logistische verdeling

— Wilcox N=5
— Wilcox N=10
* * * * * Wilcox N=15

Figuur 3.5.3. Effect van verdelingsfunctie op voorraadsysteem. Vergelijken: Logistische- en Poisson-verdeling en methode van Wilcox. Voorspelling met vast voorspelinterval van 4 weken, exp. eff. $\alpha=0,1$; Simulatie met Simula-model, duur = 10 jaar.

Figure 3.5.3. Effect of probability distribution function on the inventory system. Comparison of logistic and Poisson distribution and Wilcox' method. Forecasting with fixed forecasting interval of 4 weeks, exp. sm. $\alpha=0,1$; simulation with Simula-model, duration: 10 years.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO

Tabel 3.5.5. Effect van verschillende verdelingsfuncties op servicegraad en kosten. Voorspelinterval = 4 weken, exp. eff. met $\alpha=0,1$. Simulatieperiode = 10 jaar.

	Verdelingsfunctie					
	Dubbele Poisson		Enkele Poisson		Logistische	
afname-reeks	serv. graad	totale kosten	serv. graad	totale kosten	serv. graad	totale kosten
1	1,00	2261	1,00	553	1,00	271
2	0,97	2157	1,00	663	0,80	485
3	1,00	2303	1,00	716	0,89	676
4	1,00	2530	0,96	994	0,90	1041
5	1,00	2450	0,90	1637	0,85	1456
6	0,94	3509	0,79	3620	0,80	3868
7	0,80	6908	0,73	8407	0,75	8025

Table 3.5.4. Effect of different distribution functions on the degree of service and costs. Simulation period = 10 years. Forecasting interval = 4 weeks, exponential smoothing with $\alpha=0,1$.

Uit de figuren 3.5.3.a t/m 3.5.3.f blijkt dat de invloed van het aantal levertijd perioden in de methode van Wilcox niet erg groot is.

Uit de figuren 3.5.3.e en 3.5.3.f blijkt dat de verschillende methoden van B-nivo berekening minimale kostenverschillen opleveren.

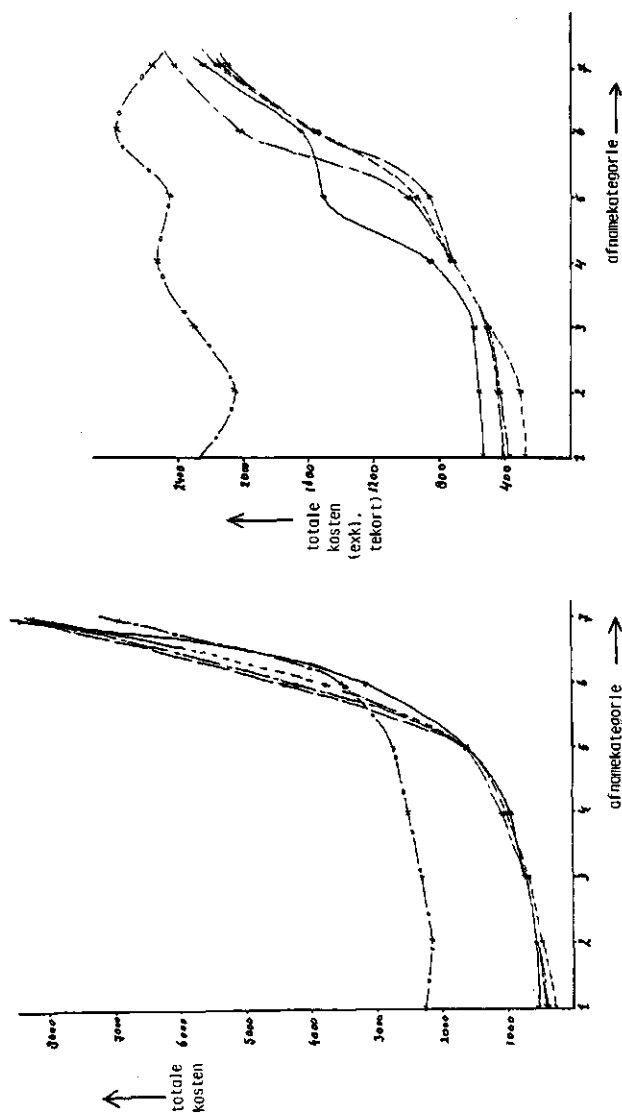
3.5.6 Konklusies

Hoewel de exakte berekening van de bestelnivo's duidelijke verschillen laten zien, blijkt dat in het totale voorraadsysteem deze verschillen wegvallen. Voor artikelen met geringe afname (categorie 1, 2, 3) lijkt de Laplace verdeling een eenvoudig hanteerbare verdelingsfunctie die voldoende betrouwbare resultaten oplevert.

Voor alle categorieën boven 2 kan de Logistische verdeling ingezet worden.

Het geringe effect van de vorm van de verdelingsfunctie mag geen reden zijn om geen verdelingsfunctie te gebruiken bij de bepaling van het bestelnivo; deze is namelijk onmisbaar om verschillende artikelen op verantwoorde wijze naar verschillende servicegraadoelstellingen te sturen.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VERDELINGSFUNKTIES BIJ BEPALING VAN BESTELNIVO



3.5.3.3. Effect van verdelingsfunctie op de kosten inclusief tekortkosten.

3.5.3.4. Effect van verdelingsfunctie op de kosten exclusief tekortkosten.

Figuur 3.5.3. Effect van verdelingsfunctie op voorraad-systeem. Vergelijken zijn: Logistische- en Poisson verdeling en methode van Wilcoxon. Simulatie met SIMULA-model, duur=10 jaar.

Voorspelmethode: vast beoordelingsinterval van 4 weken, exponentiële effening met effeningsparameter $\alpha=0,1$.

Figure 3.5.3. Effect of probability density function on the inventory system. Comparison of Logistic and Poisson distribution and Wilcoxon' method. Simulation with SIMULA-model, duration: 10 years.

Forecasting method: fixed interval of 4 weeks, exponential smoothing with smoothing parameter $\alpha=0,1$.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

3.6 VOORSPELLING VAN DE VRAAG

3.6.1 Inleiding

Met behulp van de modellen van Schulte en Van Osta / Mies zijn enkele voorspelmethodeën vergeleken voor wat betreft hun effect op het voorraadstelsel. Er is aparte aandacht besteed aan een model voor seizoensvoorspelling en de daarmee samenhangende problematiek van seizoenherkenning.

De proef met het FORTRAN model (Schulte [1984]) had als nadeel dat slechts over twee jaar gesimuleerd werd, waardoor de aanloopeffecten nog in de eindresultaten doorwerken (zie 3.5.5.1). Dit kon gedeeltelijk gecompenseerd worden door een groot aantal artikelen door te rekenen, zij het dat ook daarmee het nadeel van weinig gegevens niet geëlimineerd kon worden.

Om die reden is door Mies een andere benadering uitgeprobeerd, waarbij het simulatiemodel van Van Osta (SIMULA model, zie Hst.7.) zodanig is aangepast dat

- a. in plaats van een random gegenereerde vraagreeks een uit werkelijke afnamen samengestelde vraagreeks van meerdere jaren ingevoerd wordt;
- b. de inkopen enige tijd uitgesteld kunnen worden indien de afnamen een lage frequentie vertonen.

Dit laatste bleek in het Simula-programma van Van Osta veel eenvoudiger te realiseren dan in het oorspronkelijke Fortran-programma van Schulte.

In het ideale geval kan een afname-reeks beschreven worden door:

- nivo - verwachting aantal stuks per periode;
- trend - bij benadering lineair;
- seizoen - bij benadering sinusvormig;
- ruis - Normaal verdeeld.

Voor het volgen van een nivo met ruis en een geringe trend kan Exponentiële Effening (E.E.) of Voortschrijdend Gemiddelde (V.S.G.) gebruikt worden (zie van Winkel, Thomopoulos, Lewandowski e.a.). Wenst men een versnelde adaptie aan trend en/of nivo-veranderingen, dan moeten technieken van 'adaptive control' (dubbele- of drievoudige exponentiële effening, Trigg & Leach etc., zie Thomopoulos) worden toegepast. Deze methoden hebben tenminste twee eigenschappen met elkaar gemeen:

- hoe akkurate men wil bijsturen, des te meer parameters per artikel voor iedere periode bijgehouden moeten worden;
- naarmate er meer parameters bijgehouden moeten worden zijn er meer afnamegegevens nodig om hiervoor een betrouwbare waarde te berekenen.

Dat betekent dat naarmate er minder afnamen per tijdseenheid optreden, de periode waaruit en de periode waarover voorspeld wordt langer worden, hetgeen de voorspelling minder akkuraat maakt.

Bij het voorspellen van de afname van reserveonderdelen kan een aantal vraagpatronen onderscheiden worden die een verschillende operationele aanpak vereisen:

- sporadische vraag (ca. $D < 1$ per jaar);
- langzaam lopende artikelen (ca. $D < 4$ per jaar);
- zeer onregelmatige vraag ('lumpy demand', var.coeff. $\gg 1$);
- seizoen-artikelen;
- snel lopende artikelen (ca. $D > 160$ per jaar);

In een aantal gevallen kan de modelmatige voorspelling vervangen of

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

aangevuld worden door voorkennis omtrent afnamen bij de inkoper. Thomopoulos [1980, 12.3] geeft een methode om deze voorkennis in de voorspelling te verwerken.

Aangezien slechts een klein percentage (minder dan 0,5 %) van de onderdelen uitsluitend in het vijfde patroon valt, zal in dit bestek voornamelijk aandacht besteed worden aan afnamepatronen van langzaamlopende en seizoen artikelen. Bij de eerste groep krijgt de gevoeligheid voor de gekozen voorspeller aandacht, bij de tweede ligt de nadruk op de ontwikkeling van een praktisch toepasbaar model.

3.6.2 Effect van voorspellers in voorraadsysteem

3.6.2.1 Voorspel-methode met vast voorspelinterval

Bij deze methode wordt iedere -n- weken de voorspelwaarde (stuks per tijdseenheid) herzien met de in de laatste periode (voorspelinterval of voorspelperiode) opgetreden afname.

Stel D_i = afname in voorspelperiode i,

dan verloopt de exponentiele effening volgens:

$$\epsilon(D_{i+1}) = (1 - \alpha) * \epsilon(D_i) + \alpha * D_i \quad (3.6.1)$$

met α = effenings-parameter; $0 < \alpha < 1$.

Het voortschrijdend gemiddelde volgens:

$$\epsilon(D_{i+1}) = - \sum_{j=i-N}^{j=i} D_j \quad (3.6.2)$$

met N = aantal voorspelperioden in het verleden die meetellen in de voorspelwaarde.

Hierbij is de lengte van de voorspelperiode van invloed op de voorspelfout. Er zijn 4 waarden voor de lengte van de voorspelperiode vergeleken. Andere variabelen zijn - α - en - N -.

3.6.2.2 Voorspel-methode met tussenaankomsttijden

Het werkingsprincipe van de methode met tussenaankomsttijden (t.a.t.) berust op een opdeling van het vraagpatroon in gebeurtenissen en tijdsintervallen of tussenaankomsttijden tussen die gebeurtenissen. Bij iedere optredende vraag worden beide grootheden geregistreerd en gebruikt om de voorspelwaarde van ieder bij te stellen. Dit gebeurt met E.E. of met V.S.G. Uit deze twee voorspelwaarden wordt de verwachte vraag per tijdseenheid samengesteld.

Deze benadering wordt genoemd door Croston [1972], die in dat verband geciteerd wordt door Van Der Schee [1977], Masselink [1981] en Van Essen [1981]. Volgens Masselink levert deze methode voor het zeer onregelmatige vraagpatroon van onderdelen in NS-werkplaatsen geen overtuigend resultaat.

Bij enkelvoudige voorspellers, waar na iedere periode een herziening van de

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

voorspelwaarde plaatsvindt, neemt de voorspelwaarde af wanneer de vraag een tijd lang weg blijft; bij de methode met t.a.t. gebeurt dat niet, omdat een herziening van de t.a.t. gemaakt wordt wanneer er een gebeurtenis plaatsvindt, zodat de termijn tussen de laatste gebeurtenis en nu niet wordt meegeteld. Daarbij blijft een (gering) risico aanwezig dat bij wegvallende vraag de laatste voorspelling gehandhaafd blijft. Bij de methode met t.a.t. past het tijdelement in de voorspelling zich 'vanzelf' aan aan de vraagfrequentie, terwijl bij de methode met vast voorspelinterval (V.V.I.) de voorspelperiode verlengd moet worden wanneer de vraagfrequentie laag wordt. De methode met t.a.t. biedt daarom voordelen voor de verwerking, omdat alle artikelen, ongeacht hun afnamefrequentie en de veranderingen daarin, in de maandelijkse voorspel-run mee kunnen draaien.

Van Essen [1981, p.66] heeft een soortgelijke methode uitgewerkt in het kader van 'S.R.P.' (Service Requirement Planning), waarbij de lokale voorraadhouders periodiek een planning voor hun orders doorgeven als beste schatting van dat moment. De intervallen tussen de orders worden geëffend, zodat een gelijkmatig aanvragen-patroon ontstaat, op grond waarvan de Centrale Distributeur zichzelf gelijkmatiger kan bevoorraden, zonder dat de eindgebruikers er nadeel van ondervinden. De langzaamlopers worden in die opzet door de Distributeur pas ingekocht een (1) levertijd voordat de order verwacht wordt.

De methode met t.a.t. is hier getest, omdat de indruk bestond dat voor de grote massa van langzaamlopers voorraad-verlaging mogelijk zou zijn door na het bereiken van nul-voorraad de inkoop uit te stellen, evenredig aan de verwachte t.a.t. Deze werkwijze werd voorgesteld door Ritter [1977], Van Der Schree [1978] en de inkopers van importeur X. Daarbij stuit men evenwel op de moeilijkheid deze uitsteltermijn zodanig te berekenen dat toch naar de gewenste servicegraadstelling gestuurd wordt, rekening houdend met de verdeling van de vraaggebeurtenissen en de verdeling van de intervallen.

Vanwege de beperkte simulatieduur per artikel, wat juist voor de slowmovers weinig speelruimte overlaat, gaat de implementatie door Schulte niet zo ver; hij stelt een verwachte afname per periode samen uit de ordergrootte en de tussenaankomsttijd.

Dat gaat als volgt in zijn werk:

Stel: a_i = meest recente aanvraag (stuks),

t_i = tijd tussen a_{i-1} en a_i , de t.a.t. (weken),

$\varepsilon(D_{i+1})$ = verwachte vraag per tijdseenheid na a_i (stuks/week),

$$\varepsilon(D_{i+1}) = \frac{\varepsilon(a_{i+1})}{\varepsilon(t_{i+1})} = \frac{(1 - \alpha) * \varepsilon(a_i) + \alpha * a_i}{(1 - \alpha) * \varepsilon(t_i) + \alpha * t_i} \quad 3.6.3$$

E_i = voorspelfout bij aanvraag i ,

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

$$E_i = \varepsilon(D_i) * t_i - a_i \quad (3.6.4)$$

σ_D = schatting van de spreiding van D

$$\sigma_{D,i+1}^2 = \alpha * \frac{(E_i)^2}{t_i} + (1 - \alpha) * \sigma_{D,i}^2 \quad (3.6.5)$$

Varianten op bovenstaande uitwerking van de voorspelwaarden zijn mogelijk. Zo kan volgens Van Hees & Monhemius [1970, app.5] $\varepsilon(\sigma(D))$ berekend worden met:

$$\sigma_D^2 = \mu_A^2 * \sigma_a^2 + \mu_a^2 * \sigma_A^2 \quad (3.6.6)$$

Waarbij A = aantal aanvragen per periode-lengte (p.l.)

en $\varepsilon(A) = \frac{p.l.}{\varepsilon(t)}$

Merk op dat (3.6.6) dezelfde vorm heeft als (3.3.1) (afname in de levertijd).

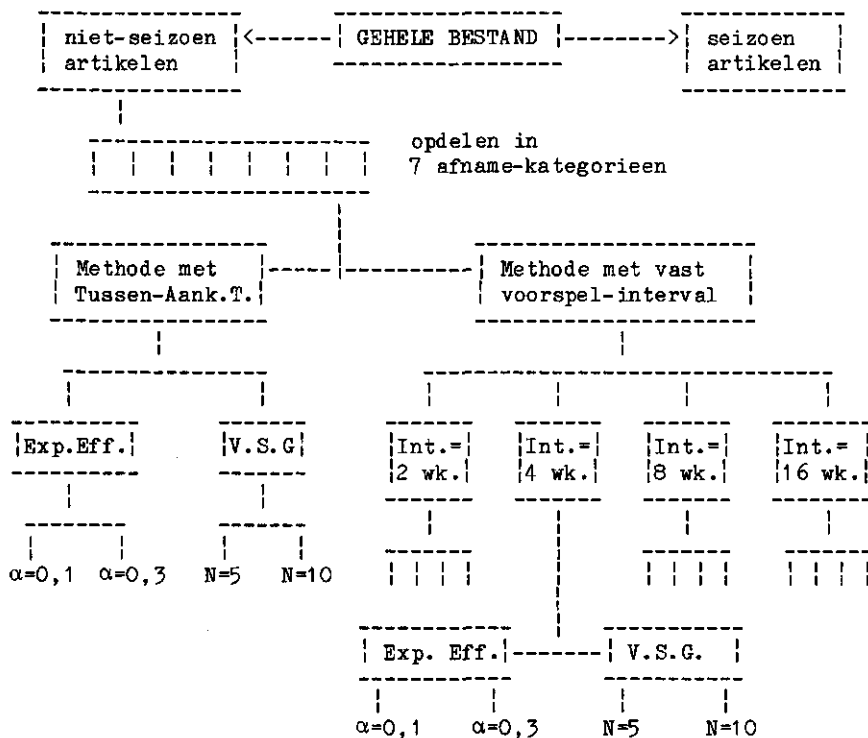
In het FORTRAN model is (3.6.5) gebruikt, waarna het Bestelnivo volgens het Logistische model berekend wordt (zie Hst. 3.4.3.).

3.6.3 Simulatie voorraadsysteem met werkelijke afnamen

3.6.3.1 FORTRAN model

Bij het zoeken naar de meest geschikte voorspelmethode worden eerst de seizoenartikelen van de niet-seizoenartikelen gescheiden. Voor de laatste categorie is een groot aantal variaties van methoden en parameters mogelijk, hetgeen is weergegeven in onderstaand schema (3.6.1.). Het model is door-gerekend met een aantal gefixeerde parameterwaarden.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG



Figuur 3.6.1. Samenhang van variaties van voorspelmethoden en -parameters in het testschema.

Eerst wordt van zowel de methode met t.a.t. als van de methode met vast voorspelinterval de beste combinatie bepaald, waarna deze twee beste varianten met elkaar vergeleken worden. Zonder alle testresultaten hier te presenteren zullen de vergeleken combinaties hier besproken worden.

3.6.3.2 Methode met tussenaankomsttijden.

Uit tabel 3.6.1. zijn de verschillen af te leiden tussen vier variaties bij deze methode.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

Tabel 3.6.1. Voorspelfout per twee weken bij voorspellen met tussen aankomst tijden. Exponentiële Effening met $\alpha = 0,1$ en $\alpha = 0,3$; Voortschrijdend gemiddelde met $N = 5$ en $N = 10$; 1394 artikelen zonder seizoengebonden vraag.

Afname- categorie 2)	v o o r s p e l f o u t 1)			
	E.E.(0,1)	E.E.(0,3)	V.S.G.(5)	V.S.G.(10)
0 - 2,5	0,43	0,43	0,45	0,45
3 - 5	0,59	0,63	0,65	0,65
5,5 - 10	0,88	0,95	0,96	1,00
10,5 - 20	1,35	1,47	1,46	1,54
20,5 - 40	2,41	2,62	2,58	2,69
40,5 - 80	3,33	3,58	3,57	3,71
80,5 - 160	5,72	6,02	5,94	6,14

Table 3.6.1. Forecasting errors when forecasting with inter-arrival times, using exponential smoothing with $\alpha = 0.1$ and $\alpha = 0.3$ or moving averages with $N = 5$ and $N = 10$. 1394 articles without seasonal demand.

Toelichting: 1. In stuks per 2 weken; gemiddeld over 2 jaar.
2. Jaar-afname gemiddeld over 2 jaar.

Uit deze tabel blijkt dat op grond van de voorspelfout Exponentiële Effening beter is dan Voortschrijdend gemiddelde en de variant met $\alpha = 0,1$ beter is dan die met $\alpha = 0,3$.

Het voortschrijdend gemiddelde met 10 waarden betekent bij de lage afnamen over een periode van 2 jaar niets anders dan het gemiddelde over twee jaar.

3.6.3.3 Methode met vast voorspel-interval

Hier zijn 16 varianten vergeleken:

- voorspel-interval 2, 4, 8, 16 weken,
- exponentiële effening met $\alpha = 0,1$ en $\alpha = 0,3$,
- voortschrijdend gemiddelde met $N = 5$ en $N = 10$,

Op grond van de gemeten voorspelfout kan gekonkludeerd worden dat voor alle intervalwaarden over alle afnamecategorieën de voorspelfout toeneemt in de volgorde (tabel niet afgebeeld):

1: E.E.(0,1), 2: V.S.G.(10), 3: E.E.(0,3), 4: V.S.G.(5).

De invloed van het voorspelinterval kan afgelezen worden in tabel 3.6.2.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

Tabel 3.6.2. Invloed van de lengte van de voorspelperiode op servicegraad en kosten. Voorspelling met Exponentiële Effening met $\alpha = 0,1$. Servicegraad-doelstelling = 90 %; B-nivo berekening op basis van Logistische verdeling. 1394 artikelen zonder seizoen-gebonden vraag.

Afname- kate- 1) gorie	2 weken		4 weken		8 weken		16 weken	
	serv.- graad	kosten gld 2)	serv.- graad	kosten gld.	serv.- graad	kosten gld.	serv.- graad	kosten gld.
1	99,3%	43,85	98,3%	36,14	97,9%	30,72	97,2%	27,49
2	98,2%	60,30	96,2%	51,67	95,5%	49,22	95,6%	47,93
3	96,0%	58,75	93,3%	51,88	93,4%	50,10	94,5%	50,54
4	93,7%	51,74	90,2%	46,44	91,9%	46,80	94,2%	52,30
5	90,9%	44,94	87,1%	45,08	89,6%	50,35	93,1%	57,56
6	87,0%	62,11	85,5%	62,77	90,2%	71,47	95,0%	83,35
7	86,6%	68,16	86,4%	67,58	90,3%	75,29	96,7%	102,55

Table 3.6.2. Influence of length of forecasting interval on degree of service and costs. Forecasting with exponential smoothing with $\alpha = 0.1$; service objective = 90 %; 1394 articles without seasonal demand.

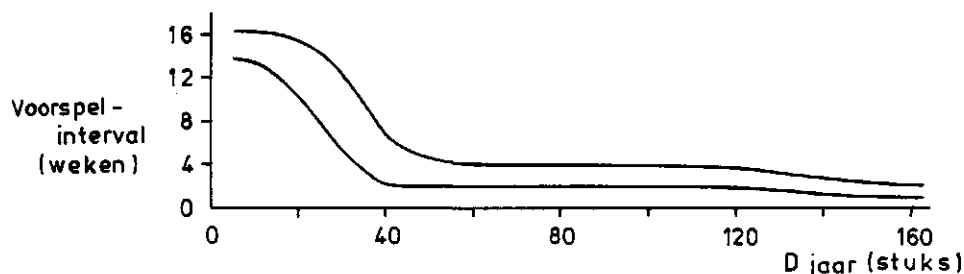
Toelichting: 1. zie tabel 3.5.1

2. exclusief buiten-voorraad kosten.

De invloed van het voorspelinterval is afhankelijk van de afnamesnelheid, hetgeen blijkt uit de testresultaten (E.E., $\alpha = 0.1$):

D	< 10	Int = 16 weken is beter, de kosten zijn lager dan bij kortere intervallen.
jaar		
11 < D	< 40	wisselende uitkomsten.
jaar		
40 < D		Int = 2 weken is beter.
jaar		

Dit is in figuur 3.6.2. globaal weergegeven.



Figuur 3.6.2. Toepasbaarheidsgebied voor lengte van voorspelinterval (gebied tussen de twee lijnen). Simulatie Fortran-model (tabel 3.6.2.)

Figure 3.6.2. Area of applicability for length of forecasting interval (area between two lines). Simulation with Fortran model (see table 3.6.2.)

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

Tabel 3.6.3. Vergelijking van methode met tussenaankomsttijden en methode met vast voorspelinterval. Vast voorspelinterval = 16 weken.
Exponentiële Effening met $\alpha = 0,1$. B-nivoberekening op basis van Logistische verdeling. Servicegraad-doelstelling = 90 %.
1394 artikelen zonder seizoengebonden vraag.

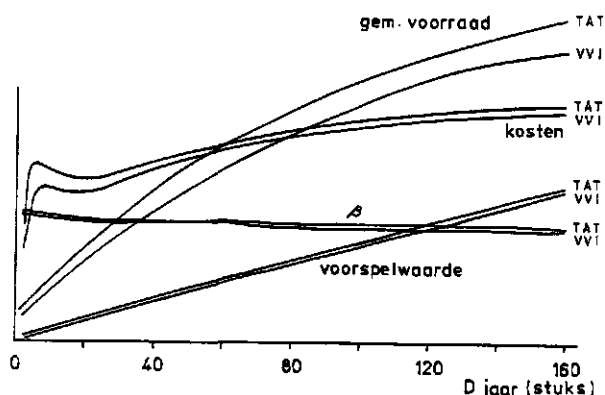
Afname kate- gorie 1)	tussenaankomsttijden				vast voorspelinterval			
	voor- speld 2)	gem. vrd	serv.- graad	kosten gld 3)	voor- speld	gem. vrd	serv.- graad	kosten gld 3)
1	0,10	3,01	96,88%	33,44	0,09	2,55	95,26%	26,06
2	0,17	4,10	94,54%	52,13	0,15	3,53	92,63%	43,78
3	0,32	5,85	94,41%	49,94	0,29	4,89	91,94%	45,07
4	0,61	8,88	91,82%	46,96	0,56	7,70	90,57%	44,28
5	1,23	14,91	88,59%	52,51	1,14	12,77	88,59%	51,27
6	2,30	20,86	86,91%	62,88	2,22	18,73	87,21%	61,74
7	4,46	31,54	85,81%	69,53	4,37	28,38	87,05%	68,23

Table 3.6.3. Comparing forecasting methods with inter-arrival times and fixed interval. 1394 articles without seasonal demand.

Toelichting: 1. Zie tabel 3.5.1.
2. vraag per twee weken.
3. exclusief buiten-voorraad kosten.

In tabel 3.6.3. worden de twee beste varianten vergeleken, waaruit blijkt:
1. de kosten bij methode met t.a.t. zijn overal hoger, hetgeen grotendeels veroorzaakt wordt door de hogere voorraad.
2. de voorspelde afname bij t.a.t. ligt gemiddeld iets hoger;
3. de servicegraad komt bij t.a.t. bij lage afnamen iets hoger en bij hoge afnamen iets lager uit.

Dit is grafisch weergegeven in figuur 3.6.3.



Figuur 3.6.3. Vergelijking van voorspelmethode met tussenaankomsttijden (TAT) met methode met vast voorspelinterval (VVI); zie tabel 3.6.3.

Figure 3.6.3. Comparison of forecasting method with inter-arrival times (TAT) with method with fixed forecasting interval (VVI); see table 3.6.3.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLEN VAN DE VRAAG

Een verklaring voor het verschil in berekende servicegraad moet gezocht worden in de verhouding tussen voorspelde $\mu(D)$ en $\sigma(D)$. Blijkbaar leidt de methode met tussenaankomsttijden tot een iets lagere voorspelling van $\sigma(D)$. Wanneer voor de hoge afnamen een kort voorspelinterval gekozen wordt, valt de vergelijking nog meer in het voordeel van een vast voorspelinterval uit.

3.6.3.4 Kanttekeningen bij deze simulatie.

1. Vaststellen startwaarden.

Bij een korte simulatieduur is de invloed van de startwaarden voor voorraad en voorspelwaarde op het eindresultaat vrij sterk. Er is na enig experimenteren gekozen voor de volgende procedure:

1. simuleer het model over de afnamereeks eerst met geschatte startwaarden;
2. gebruik de uitkomsten van de eerste run vervolgens als startwaarden voor de definitieve run.

Op deze manier wordt een situatie gekreeerd die vergelijkbaar is met een lopend artikel.

2. Vraag per twee weken.

In het beschikbare gegevensmateriaal is alleen de afname per twee weken geregistreerd, zodat bij de uitwerking de aanname is gedaan dat iedere twee-weken periode een aanvraag voorstelt. Bij lage afnamen zal hierdoor in de meeste gevallen geen grote fout gemaakt worden, maar bij hogere afnamen kunnen meerdere aanvragen in een twee-weken periode vallen. Hierdoor vallen zowel $\varepsilon(a(i+1))$ als $\varepsilon(t(i+1))$ te hoog uit (korte intervallen worden niet waargenomen), hetgeen een verhogend effect op $\sigma(D)$ lijkt te hebben. Dit laatste is aannemelijk op grond van (3.6.6); daaruit kan afgeleid worden dat $\sigma(D)$ kan toenemen bij een afname $\varepsilon(A)$ en een toename van $\varepsilon(a)$. Het is niet zeker of de gekonstateerde verschillen door dit effect verklaard kunnen worden.

3. Beoordeling per groep.

De uitkomsten per afnamecategorie zijn samengesteld uit een grote groep artikelen waarbinnen vrij grote verschillen kunnen optreden. Dit bleek bij het nalopen van de detail-uitkomsten per artikel per maand. In de praktijk zullen de artikelen in kleinere groepen of individueel beoordeeld worden, waardoor afwijkingen geïdentificeerd kunnen worden teneinde ze van de bijbehorende groep te isoleren.

4. Invloed artikelprijs.

De uitkomsten worden versterkt of verzwakt door de artikelprijzen. Omdat snellopers gemiddeld goedkoper zijn dan langzaamlopers, kan een enkele dure snelloper de uitkomsten sterk beïnvloeden.

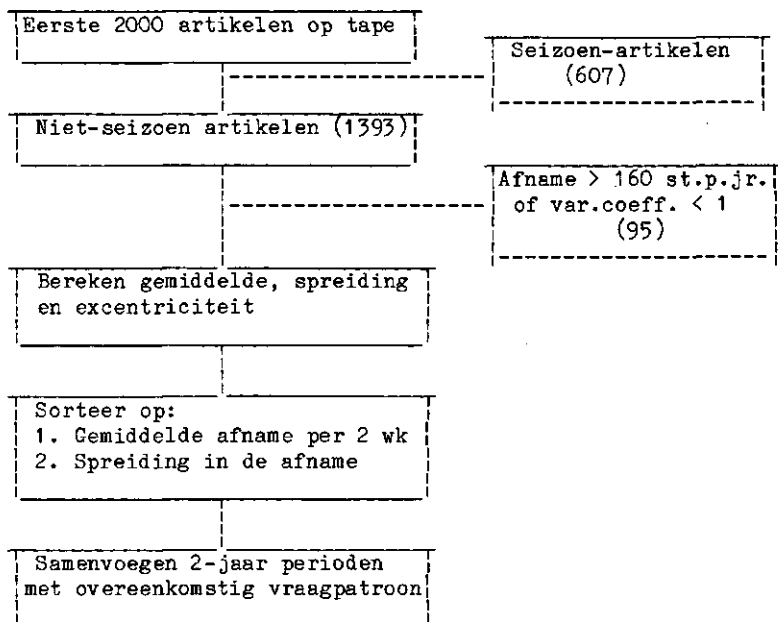
INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELING VAN DE VRAAG

3.6.4 Simulatie met samengestelde afnamereeksen

3.6.4.1 SIMULA model

Naar aanleiding van de tekortkomingen in het model van Schulte (te korte vraagreeksen) is een tweede model gemaakt dat de eigenschappen van de modellen van Schulte en van Van Osta combineert: enerzijds is het in SIMULA geschreven, wat een grote flexibiliteit verschaft ten aanzien van typische tijd-afhankelijke simulatie eigenschappen, anderzijds zijn reële afnamecijfers gebruikt. Om voldoende lange afnamereeksen te verkrijgen is de volgende procedure gevolgd:

1. bereken van de originele, artikelgebonden afnamereeksen het gemiddelde en spreiding van
 - a. afname per twee weken,
 - b. tussen-aankomst-tijd in perioden van twee weken,
 - c. ordergrootte (hierbij is aangenomen dat ieder twee-wekelijks afnamecijfer uit een (1) aanvraag voortkomt).
 2. sorteert de afnamereeksen op bovengenoemde kenmerken;
 3. voeg 5 afnamereeksen met gelijke of bijna gelijke kenmerken aan elkaar.
- Op deze wijze ontstaan 7 reeksen van 10 jaar die stochastisch konstant en realistisch zijn. Figuur 3.6.4. geeft in schema de bewerkingen weer die doorlopen zijn om de reeksen samen te stellen.



Figuur 3.6.4. Schema van de bewerkingen die uitgevoerd worden op de originele gegevens om de nieuwe reeks samen te stellen.

Figure 3.6.4. Scheme of operations to be performed upon the original data to compose a new series.

Zie tabel 3.6.4.a en b voor de karakteristieken van de oorspronkelijke en de samengestelde afnamereeksen. Aangenomen wordt dat artikelen met dicht bij

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

elkaar liggende parameterwaarden eenzelfde verdeling hebben in de afname.

Tabel 3.6.4.a. Vergelijking van gemiddelden van oorspronkelijke en nieuw samengestelde afnamereeksen: afnamenivo, tussenaankomsttijd en ordergrootte (zie ook tabel 3.5.2).

afn reeks	gem. afn. min.	gem. afn. 1)	gem. afn. max.	gem. tat min.	gem. tat 2)	gem. tat max.	gem. ordg min	gem. ordg 3)	gem. ordg max.
1	0,08	0,08	0,10	10	13	26	1,0	1,0	2,5
2	0,12	0,12	0,19	5	8	26	1,0	1,0	4,5
3	0,21	0,21	0,38	3	5	26	1,0	1,06	10,0
4	0,40	0,40	0,77	1	3	17	1,17	1,27	10,7
5	0,79	0,79	1,54	1	2	13	1,52	1,74	16,0
6	1,56	1,56	3,04	1	1	10	2,41	2,90	17,4
7	3,10	3,17	6,08	1	1	3	4,10	5,77	13,2

Table 3.6.4.a. Comparison of mean values of original and newly composed demand series: demand level, inter-arrival time and ordersize (see also table 3.5.2).

Toelichting: 1) gemiddelde afname in stuks per 2 weken (oorspronkelijke gegevens);
2) gemiddelde tussenaankomsttijd in perioden van 2 weken;
3) gemiddelde ordergrootte in stuks per order.

Tabel 3.6.4.b. Vergelijking van spreidingen van oorspronkelijke en nieuw samengestelde afnamereeksen: afname, tussenaankomsttijd en ordergrootte.
De middelste kolom van elke groep van 3 kolommen bevat de waarden van de nieuw gevormde testreeks.

afn rks	spr. afn. min.1)	spr. afn. 2)	spr. afn. max.	spr. tat min.	spr. tat 3)	spr. tat max.	spr. ordg min	spr. ordg 4)	spr. ordg max.
1	0,27	0,27	0,49	10	13	26	0,0	0,0	0,94
2	0,32	0,32	0,92	5	8	26	0,0	0,0	2,06
3	0,41	0,44	2,12	3	5	26	0,0	0,23	6,50
4	0,60	0,65	2,03	1	3	17	0,37	0,47	10,2
5	0,93	1,10	4,01	1	2	13	0,00	1,02	13,6
6	1,66	2,68	5,53	1	1	10	1,36	3,08	22,9
7	5,56	4,49	6,51	1	1	3	2,78	4,66	24,0

Table 3.6.4.b. Comparison of standard deviations of original and newly composed demand series: demand, inter-arrival time and ordersize.

Toelichting: 1) minimum van de standaardafwijkingen van alle artikel-afnamereeksen in deze klasse.
2) spreiding in de afname in stuks per 2 weken
3) spreiding in de tussenaankomsttijd in perioden van 2 weken
4) spreiding in de ordergrootte in stuks per 2 weken.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

3.6.4.2 Simulatie voorspellen met tussenaankomsttijden

Tabel 3.6.5.a Invloed van voorspelmethode met tussenaankomsttijden en exponentiele effening ($\alpha = 0,1$ en $\alpha = 0,3$) op het I.V.V.-systeem. Simulatie met Simulamodel, duur: 10 jaar.
Berekening B-nivo: met Logistische verdeling.

afn. reeks	E.E. $\alpha = 0,1$			E.E. $\alpha = 0,3$		
	voersp. fout 1)	serv. graad	totale kosten	voersp. fout	serv. graad	totale kosten
1	0,14	1,00	275	0,14	1,00	271
2	0,18	0,80	455	0,17	0,80	455
3	0,30	0,84	715	0,28	0,80	751
4	0,45	0,87	1029	0,43	0,86	1108
5	0,77	0,86	1730	0,83	0,84	1812
6	1,86	0,79	3789	1,76	0,75	4206
7	3,33	0,73	8225	3,89	0,73	8432

Table 3.6.5.a Results from the simulation over 10 years. Forecasting with inter-arrival times and exponential smoothing with $\alpha = 0.1$ and $\alpha = 0.3$.

Toelichting tabel 3.6.5.a.: 1) in stuks per week, gemiddeld over 10 jaar.

Tabel 3.6.5.b Invloed van voorspelmethode met tussenaankomsttijden en voortschrijdend gemiddelde ($N = 5$ en $N = 10$) op het I.V.V.-systeem. Simulatie met Simulamodel, duur: 10 jaar.
Berekening B-nivo: met Logistische verdeling.

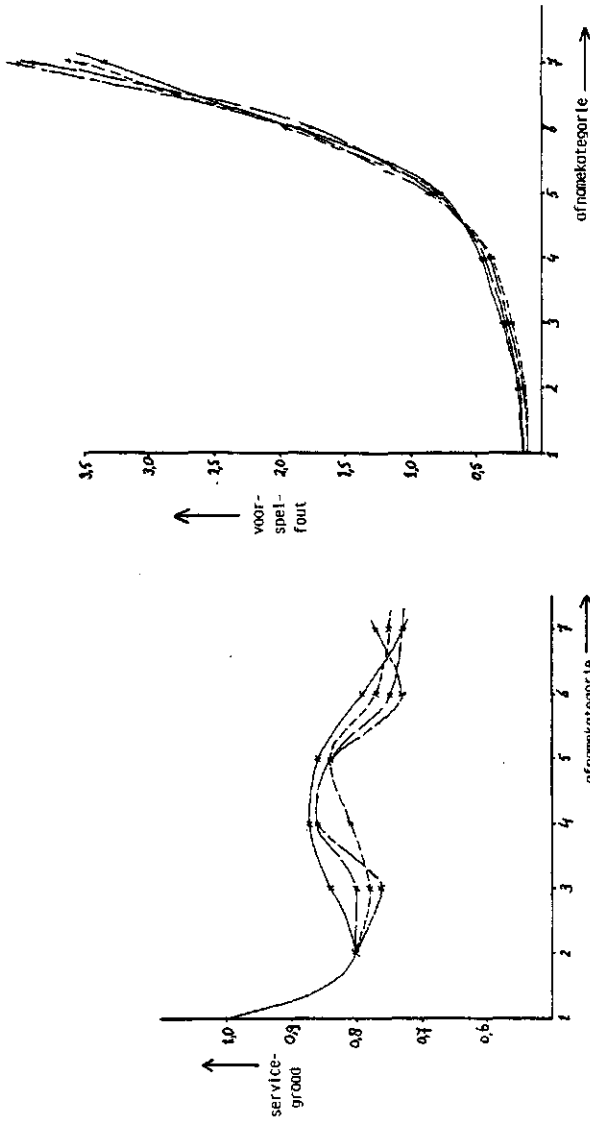
afn. reeks	V.S.G. $N = 5$			V.S.G. $N = 10$		
	voersp. fout 1)	serv. graad	totale kosten	voersp. fout	serv. graad	totale kosten
1	0,11	1,00	264	0,11	1,00	264
2	0,16	0,80	454	0,15	0,80	484
3	0,26	0,76	755	0,24	0,78	707
4	0,46	0,86	1104	0,43	0,81	925
5	0,84	0,84	1959	0,78	0,84	1526
6	1,86	0,73	4466	1,95	0,77	4098
7	4,00	0,77	7458	3,52	0,75	7914

Table 3.6.5.b. Results from the simulation over 10 years. Forecasting with inter-arrival times and 5 or 10 moving averages.

Toelichting tabel 3.6.5.b.: 1) in stuks per week, gemiddeld over 10 jaar.

Uit de tabellen 3.6.5.a en 3.6.5.b valt op te maken dat de methode met V.S.G. een kleinere voorspelfout geeft dan de methode met exponentiele effening. Bij methode V.S.G. geeft de variant met $N=10$ niet alleen een kleinere voorspelfout dan die met $N=5$, maar ook zijn de kosten lager. In de servicegraad zijn geen duidelijke verschillen waar te nemen.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG



Figuur 3.6.5. Effect van voorspeller op servicegraad (a) en op voorspelfout (b). Methode met tussenkomsttijden, vergelijking van exponentiële effening met $\alpha=0,1$ en $\alpha=0,3$ en voortschrijdend gemiddelde met $N=5$ en $N=10$. Berekening B-nivo met logistische verdeling. Simulatie met Simula-model, duur = 10 jaar.

Figure 3.6.5. Effect of forecasting method on degree of service (a) and on forecasting-error (b). Method with inter-arrival times, comparison of exponential smoothing with $\alpha=0,1$ and $\alpha=0,3$ and moving average with $N=5$ and $N=10$. Calculation of reorder level with logistic density function. Simulation with Simula-model, duration: 10 years.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

In figuur 3.6.5.a en -b zijn de waarden van de servicegraad en de voorspelfout voor de verschillende voorspellers grafisch weergegeven. Op grond van deze resultaten wordt van de voorspelmethode met tussenaankomsttijden de variant V.S.G. met N=10 gekozen voor verdere vergelijking met de beste variant van de methode met vast voorspelinterval.

3.6.4.3 Simulatie voorspellen met vast voorspelinterval

3.6.4.3.1 Exponentiele effening

In deze paragraaf wordt de voorspelmethode met vast voorspelinterval gesimuleerd met de varianten:

- exponentiele effening met $\alpha = 0,1$ of $\alpha = 0,3$;
- voorspelinterval is 2, 4, 8 of 16 weken.

De beste variant wordt geselecteerd om vergeleken te worden met andere methoden.

De resultaten zijn behalve in onderstaande tabellen ook grafisch weergegeven in de figuren 3.6.6.a t/m d (servicegraad) en 3.6.7.a t/m d (voorspelfout).

Tabel 3.6.6.a Invloed van voorspelmethode met vast voorspelinterval, exponentiele effening met $\alpha = 0,1$ op het I.V.V.-systeem.
Simulatie met Simulamodel, duur: 10 jaar.
Berekening B-nivo: met Logistische verdeling.

afn. reeks	2 weken			4 weken		
	voersp. fout 1)	serv. graad	totale kosten	voersp. fout	serv. graad	totale kosten
1	0,26	1,00	309	0,19	1,00	271
2	0,32	0,90	520	0,25	0,80	485
3	0,44	0,87	654	0,34	0,89	676
4	0,65	0,89	916	0,52	0,90	1041
5	1,08	0,87	1634	0,77	0,87	1604
6	2,45	0,77	4279	1,90	0,80	3868
7	4,52	0,76	7847	3,19	0,75	8025

Table 3.6.6.a Results from the simulation over 10 years. Forecasting with fixed interval and exponential smoothing with $\alpha = 0.1$.

Toelichting 3.6.6.a.: 1) in stuks per week, gemiddeld over 10 jaar.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

Tabel 3.6.6.b Invloed van voorspelmethode met vast voorspelinterval, exponentiële effening met $\alpha = 0,3$ op het I.V.V.-systeem.
Simulatie met Simulamodel, duur: 10 jaar.
Berekening B-nivo: met Logistische verdeling.

afn. reeks	2 weken			4 weken		
	voersp. fout	serv. graad	totale kosten	voersp. fout	serv. graad	totale kosten
1	0,24	1,00	490	0,19	1,00	351
2	0,30	0,97	661	0,25	0,90	503
3	0,42	0,96	744	0,34	0,89	742
4	0,65	0,94	947	0,52	0,89	1040
5	1,11	0,91	1736	0,79	0,87	1664
6	2,32	0,81	4351	1,88	0,77	4298
7	4,47	0,79	8325	3,35	0,72	8505

Table 3.6.6.b Results from the simulation over 10 years. Forecasting with fixed interval and exponential smoothing with $\alpha = 0.3$. Calculation of reorder level with Logistic density function.

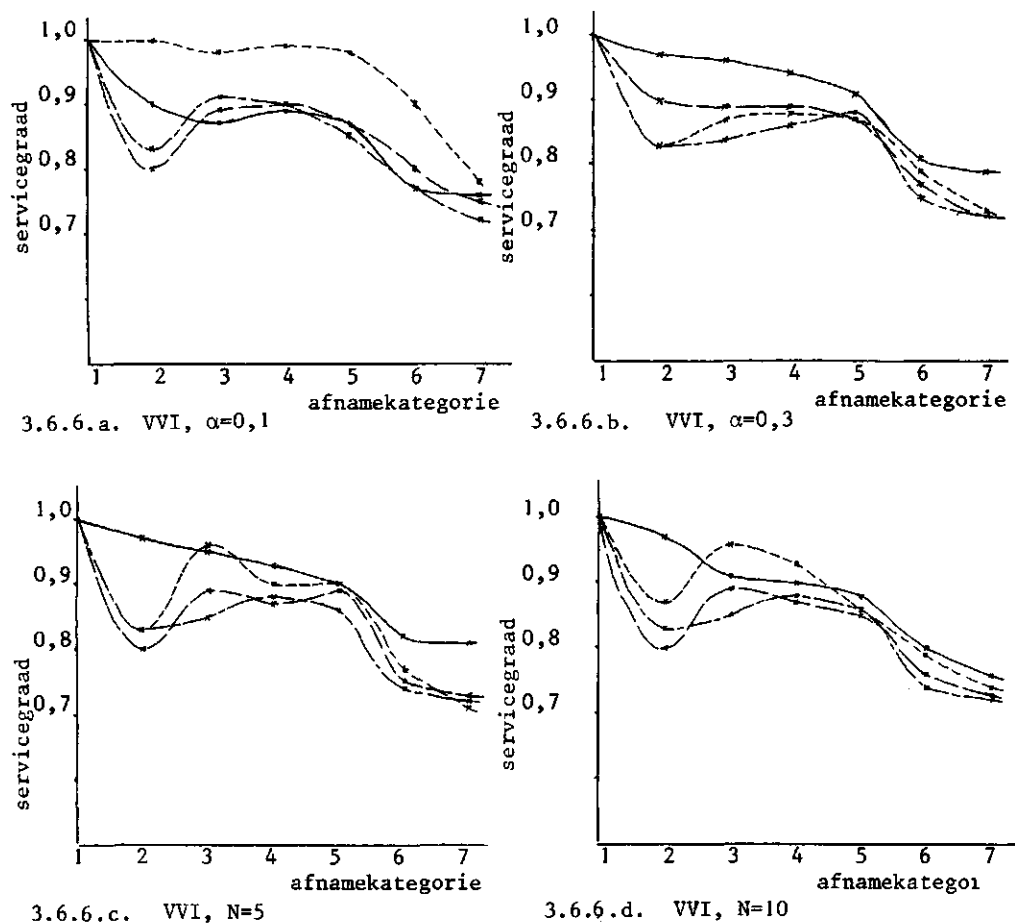
Uit de tabellen 3.6.6.a en 3.6.6.b kan gekonkludeerd worden dat bij de methode met exponentiële effening een voorspelinterval van 4 weken betere resultaten oplevert wat betreft de voorspelfout en de kosten dan een voorspelinterval van 2 weken. De servicegraad ligt bij een interval van 2 weken iets hoger ($\alpha = 0,3$) of ongeveer gelijk ($\alpha = 0,1$).

Tabel 3.6.7.a Invloed van voorspelmethode met vast voorspelinterval, exponentiële effening met $\alpha = 0,1$ op het I.V.V.-systeem.
Simulatie met Simulamodel, duur: 10 jaar.
Berekening B-nivo: met Logistische verdeling.

afn. reeks	8 weken			16 weken		
	voersp. fout	serv. graad	totale kosten	voersp. fout	serv. graad	totale kosten
1	0,16	1,00	277	0,23	1,00	414
2	0,21	0,83	495	0,33	0,83	673
3	0,32	0,84	754	0,59	0,87	945
4	0,51	0,86	1167	0,94	0,88	1341
5	0,72	0,88	1750	1,36	0,87	2325
6	1,59	0,75	4187	1,97	0,79	4484
7	2,42	0,72	8670	1,73	0,73	8426

Table 3.6.7.a Results from the simulation over 10 years. Forecasting with fixed interval and exponential smoothing with $\alpha = 0.1$. Calculation of reorder level with Logistic density function.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG



Figuur 3.6.6. Effekt van voorspelmethode op servicegraad.
Vergelijking van vier voorspelmethoden met vast beoordelings-
interval: E.S. met $\alpha=0,1$ en $\alpha=0,3$ en V.S.G. met N=5 en N=10.
Berekening B-nivo met logistische verdeling.
Simulatie met Simula-model, duur=10 jaar.

Figure 3.6.6. Effect of forecasting method on degree of service.
Comparison of four forecasting methods with fixed forecasting
interval: E.S. with $\alpha=0.1$ and $\alpha=0.3$ and M.A. with N=5 and N=10.
Calculation of reorder level with logistic density function.
Simulation with Simula-model, duration: 10 years.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

Tabel 3.6.7.b Invloed van voorspelmethode met vast voorspelinterval, exponentiële effening met $\alpha = 0,3$ op het I.V.V.-systeem.
Simulatie met Simulamodel, duur: 10 jaar.
Berekening B-nivo: met Logistische verdeling.

afn. reeks	8 weken			16 weken		
	voersp. fout	serv. graad	totale kosten	voersp. fout	serv. graad	totale kosten
1	0,19	1,00	337	0,44	1,00	651
2	0,26	0,83	561	0,66	1,00	905
3	0,44	0,91	743	1,20	0,98	1236
4	0,70	0,90	1183	1,94	0,99	1813
5	1,00	0,85	1843	2,84	0,98	2912
6	1,73	0,77	4131	3,34	0,90	4228
7	2,27	0,72	8486	1,66	0,78	7278

Table 3.6.7.b Results from the simulation over 10 years. Forecasting with fixed interval and exponential smoothing with $\alpha = 0.3$. Calculation of reorder level: with Logistic density function.

De tabellen 3.6.7.a en 3.6.7.b tonen aan dat een voorspelinterval van 8 weken de voorkeur verdient boven een van 16 weken, aangezien de kosten lager liggen en de voorspelfout kleiner is.

Van de varianten met voorspelinterval 8 weken is die met $\alpha = 0,3$ de beste wat betreft voorspelfout en kosten.

Zie ook de figuren 3.6.6.a t/m 3.6.7.d

Op grond van de tabellen 3.6.6.a t/m 3.6.7.b en de figuren 3.6.6.a t/m 3.6.7.d wordt gekozen voor de methode met voorspelinterval van 4 weken en exponentiële effening met effeningsparameter $\alpha = 0,1$. Deze methode wordt nu vergeleken met de beste variant van de methode met vast voorspelinterval en voortschrijdend gemiddelde.

3.6.4.3.2 Voortschrijdend gemiddelde.

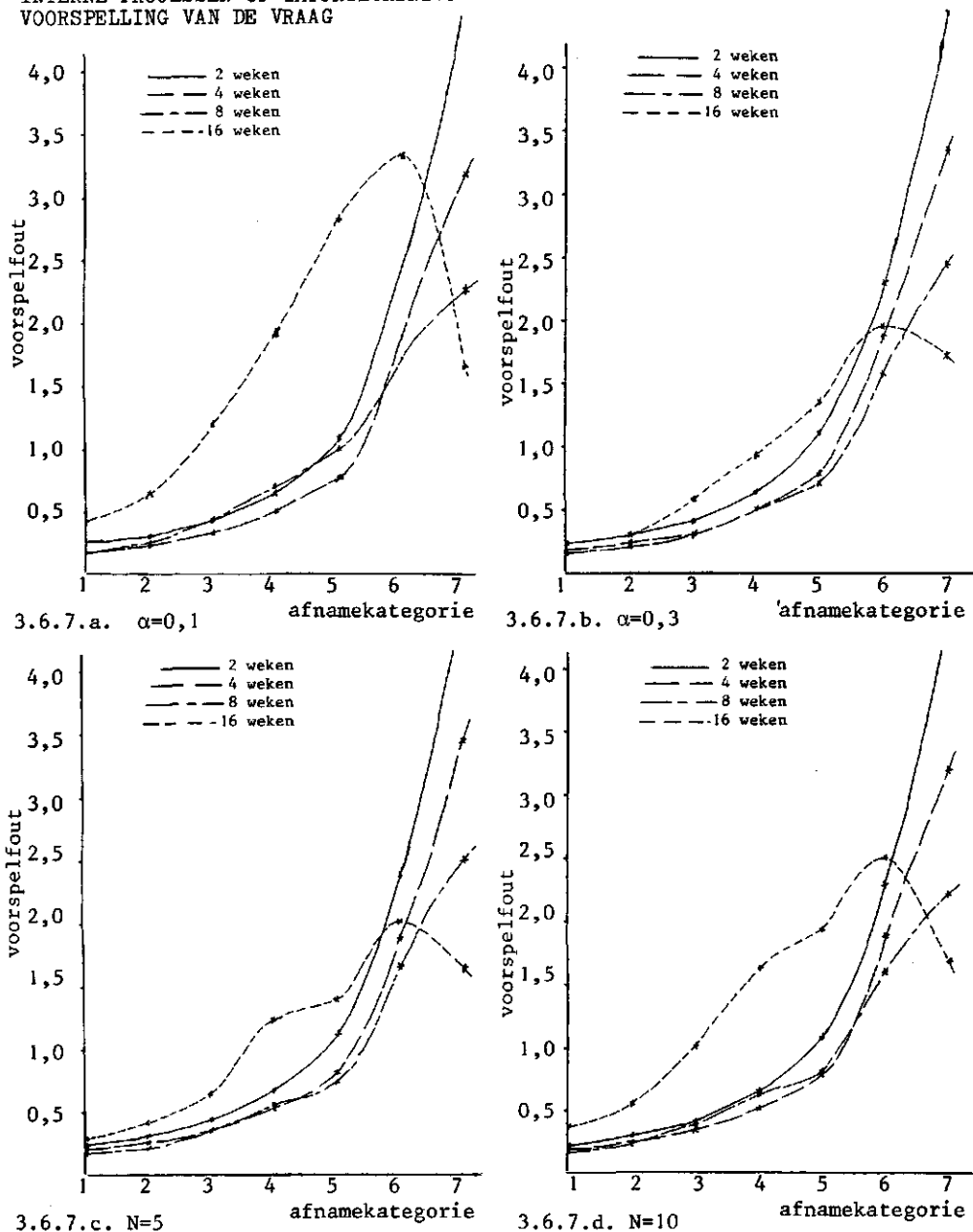
In deze paragraaf wordt de voorspelmethode met vast voorspelinterval gesimuleerd met de varianten:

- Voortschrijdend gemiddelde met $N = 10$ of $N = 5$ weken;
- voorspelinterval is 2, 4, 8 of 16 weken.

De beste variant wordt geselecteerd om vergeleken te worden met andere methoden.

De resultaten zijn behalve in onderstaande tabellen ook grafisch weergegeven in de figuren 3.6.6.a t/m 3.6.7.d.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG



Figuur 3.6.7. Effect van lengte voorspelinterval op voorspelfout. a: exp.eff. $\alpha=0,1$
b: exp.eff. $\alpha=0,3$ c: V.S.G. $N=5$ d: V.S.G. $N=10$. Berekening B-nivo met logistische
verdeling. Simulatie met Simula-model, duur=10 jaar.

Figure 3.6.7. Effect of length of forecasting interval on forecasting error. a: exp.sm. $\alpha=0,1$
b: exp.sm. $\alpha=0,3$ c: M.A. $N=5$ d: M.A. $N=10$. Logistic dens. function; Simula-model, 10 years.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

Tabel 3.6.8.a. Invloed van voorspelmethode met vast voorspelinterval, voortschrijdend gemiddelde (N=10) op het I.V.V.-systeem.
Simulatie met Simulamodel, duur: 10 jaar.
Berekening B-nivo: met Logistische verdeling.

afn. reeks	2 weken			4 weken		
	voersp. fout	serv. graad	totale kosten	voersp. fout	serv. graad	totale kosten
1	0,23	1,00	433	0,19	1,00	263
2	0,30	0,97	505	0,25	0,80	463
3	0,42	0,91	766	0,35	0,89	673
4	0,66	0,90	987	0,52	0,87	985
5	1,08	0,88	1717	0,78	0,85	1781
6	2,29	0,80	4213	1,88	0,76	4248
7	4,43	0,76	8212	3,21	0,73	8042

Table 3.6.8.a Results from the simulation over 10 years. Forecasting with fixed interval and moving averages with N = 10. Calculation of reorder level: with Logistic density function.

Tabel 3.6.8.b Invloed van voorspelmethode met vast voorspelinterval, voortschrijdend gemiddelde (N=5) op het I.V.V.-systeem.
Simulatie met Simulamodel, duur: 10 jaar.
Berekening B-nivo: met Logistische verdeling.

afn. reeks	2 weken			4 weken		
	voersp. fout	serv. graad	totale kosten	voersp. fout	serv. graad	totale kosten
1	0,24	1,00	492	0,20	1,00	263
2	0,31	0,97	525	0,26	0,80	552
3	0,43	0,95	755	0,35	0,89	794
4	0,66	0,93	1020	0,53	0,87	1033
5	1,12	0,90	1746	0,81	0,89	1638
6	2,28	0,82	3886	1,88	0,75	4465
7	4,58	0,81	7810	3,45	0,73	8719

Table 3.6.8.b Results from the simulation over 10 years. Forecasting with fixed interval and moving averages with N = 5.

Een voorspelinterval van 4 weken geeft een lagere voorspelfout, 2 weken heeft een beter servicegraadbeheersing tot gevolg. Wat betreft de kosten kan gekonkludeerd worden dat lage afnamen een beter resultaat geeft bij een voorspelinterval van 4 weken. Hogere afnamen hebben bij 2 weken voorspelinterval lagere kosten tot gevolg.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLEN VAN DE VRAAG

Tabel 3.6.9.a Invloed van voorspelmethode met vast voorspelinterval, voortschrijdend gemiddelde (N=10) op het I.V.V.-systeem.
Simulatie met Simulamodel, duur: 10 jaar.
Berekening B-nivo: met Logistische verdeling.

afn. reeks	8 weken			16 weken		
	voersp. fout	serv. graad	totale kosten	voersp. fout	serv. graad	totale kosten
1	0,17	1,00	337	0,37	1,00	499
2	0,23	0,83	529	0,56	0,87	785
3	0,39	0,85	802	1,02	0,96	1004
4	0,63	0,88	1127	1,63	0,93	1597
5	0,80	0,84	1791	1,94	0,86	2681
6	1,60	0,77	4026	2,52	0,79	4815
7	2,22	0,59	8473	1,68	0,74	8030

Table 3.6.9.a Results from the simulation over 10 years. Forecasting with fixed interval and moving averages with N = 10.

Tabel 3.6.9.b Invloed van voorspelmethode met vast voorspelinterval, voortschrijdend gemiddelde (N=5) op het I.V.V.-systeem.
Simulatie met Simulamodel, duur: 10 jaar.
Berekening B-nivo: met Logistische verdeling

afn. reeks	8 weken			16 weken		
	voersp. fout	serv. graad	totale kosten	voersp. fout	serv. graad	totale kosten
1	0,16	1,00	337	0,28	1,00	414
2	0,22	0,83	479	0,42	0,83	747
3	0,35	0,85	723	0,76	0,96	854
4	0,56	0,88	1006	1,24	0,90	1442
5	0,74	0,86	1713	1,40	0,90	2287
6	1,67	0,74	4470	2,02	0,77	4187
7	2,50	0,72	7817	1,64	0,71	8282

Table 3.6.9.b Results from simulation over 10 years. Forecasting with fixed interval and moving averages with N = 10.

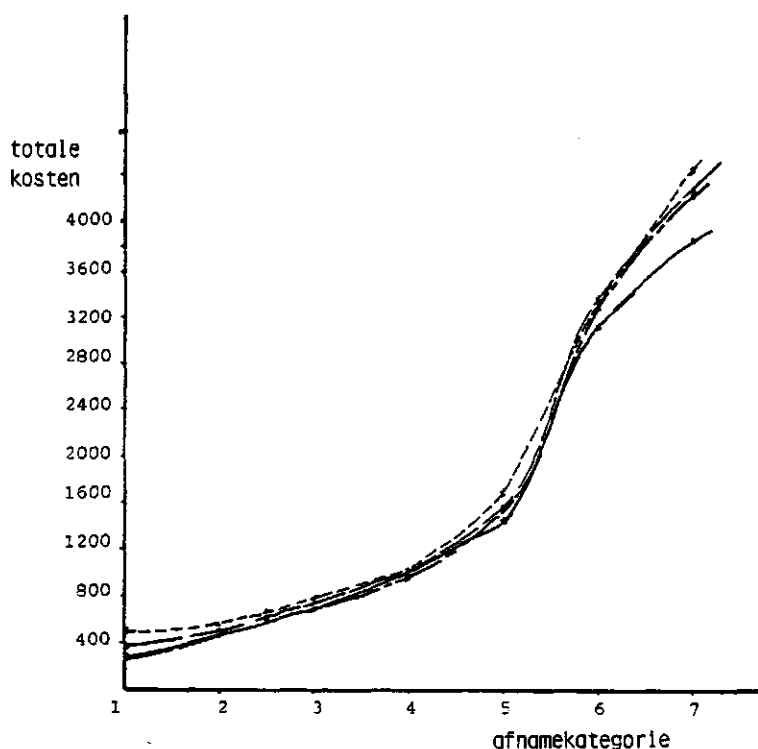
Uit de tabellen 3.6.9.a en 3.6.9.b is af te lezen dat een voorspelinterval van 8 weken met N = 10 het gunstigste resultaat geeft, hoewel het verschil met N = 5 gering is.

Vergelijking van tabellen 3.6.8. en 3.6.9. doet de voorkeur uitgaan naar een voorspelinterval van 4 weken met N = 10, omdat hiermee lage kosten, een kleine voorspelfout en goede servicegraadbeheersing gerealiseerd wordt.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

3.6.4.4 Keuze voorspelmethode

Een vergelijking tussen de 4 voorspellers (exponentiële effening met $\alpha = 0,1$ en $\alpha = 0,3$, en voortschrijdend gemiddelde met $N = 5$ en $N = 10$) met een vast voorspelinterval van 4 weken, is in figuur 3.6.8. grafisch weergegeven. Daarin is duidelijk te zien dat de verschillen in het totale kostenpatroon gering zijn.



Exponentiële effening — $\alpha=0,1$ Voortschrijdend gemiddelde - - - - $N=5$
— $\alpha=0,3$ — $N=10$

Figuur 3.6.8. Effekt van voorspelmethode met vast voorspelinterval van 4 weken op de totale kosten van het voorraadsysteem, inclusief tekortkosten. Berekening B-nivo met logistische verdeling. Simulatie met Simula-model, duur=10 jaar.

Figure 3.6.8. Effect of forecasting methods with fixed forecasting-interval of 4 weeks on total cost of inventory system, including cost of shortage. Calculation of reorder-level with logistic density function. Simulation with Simula-model, duration: 10 years.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

Op grond van lagere kosten (zie tabellen 3.6.6.a - 3.6.9.b) wordt de methode met exponentiële effening met effeningsparameter $\alpha = 0,1$ gekozen voor een verdere vergelijking met de beste variant van de methode met tussenaankomsttijden.

Rest nu nog te vergelijken:

- methode tussen aankomst tijden met V.S.G., $N = 10$.
 - methode met vast voorspelinterval van 4 weken met Exp. Eff., $\alpha = 0,1$.
- De verschillen tussen deze twee voorspellers lijken te moeten worden gesplitst in langzaamlopers en snellopers. Dan blijkt dat voor de afname-groepen 1 t/m 4 T.A.T. met V.S.G.- $N = 10$ beter is dan V.V.I., 4 weken met E.E.- $\alpha = 0,1$, terwijl dat voor de groepen 5 t/m 7 net andersom geldt (vergelijk tabel 3.6.5.b en 3.6.6.a).

De aanvankelijke verwachting van een waarneembare tendens dat langzaamlopers beter voorspeld worden met:

- kleinere effenings-parameter in E.E. ,
- meer voorspelperioden in V.S.G. ,
- langer voorspel-interval.

bleekt niet gestaafd te kunnen worden door de gemeten voorspelfouten in de simulatie (Mies [1984]) (zie ook figuur 3.6.2).

Bij de keuze van een voorspelmethode in operationele toepassingen spelen overwegingen mee als:

- makkelijke inpassing in de administratieve verwerking;
- benodigde geheugenruimte.
- gevoeligheid voor trendwijzigingen.

Het administratieve aspect van de snellopers is dat ze klein in aantal zijn, veel mutaties met zich mee brengen en gevoelig zijn voor veranderingen in kosten en opbrengsten. Hierdoor vallen de administratieve verschillen samen met de analytische verschillen, zodat het raadzaam is om voor de snellopers een andere methode en/of variant te hanteren dan voor de langzaamlopers.

Wat betreft de benodigde geheugenruimte is exp. eff. met V.V.I. duidelijk in het voordeel ten opzichte van V.S.G. en T.A.T. Voor de grote groep langzaamlopers zou dat wel eens doorslaggevend kunnen zijn.

Hoewel het in de simulaties niet uitgetest is, is de methode met tussen-aankomsttijden waarschijnlijk beter in het volgen van trendwijzigingen.

3.6.5 Konklusies voorspellen niet-seizoen artikelen

FORTTRAN-model (Schulte)

Onder voorbehoud van de beperkingen van deze proef kan de methode met vast voorspelinterval en exponentiële effening met effeningsparameter $\alpha = 0,1$ aangemerkt worden als een eenvoudig hanteerbare methode die zeker niet slechter is dan de andere hier uitgeteste methoden.

De voorspelfout is weinig gevoelig voor afwijkingen van het optimum. Het I.V.V.-systeem is tamelijk kosten-ongevoelig voor voorspelfouten.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

SIMULA-model (Mies / Van Osta)

De simulaties met het tweede model bevestigen in grote lijnen de bevindingen van het eerste model.

Het verschil tussen de methode met tussenaankomsttijden en die met vast voorspelinterval komt in deze simulatie duidelijker tot uiting dan in de simulatie van Schulte.

Het eenvoudige model van exponentiele effening om de vier weken blijkt goed te voldoen.

3.6.6 Seizoenvoorspelling

3.6.6.1 Inleiding

De meeste, zo niet alle van de in het voorgaande genoemde voorspelmodellen zijn niet geschikt voor de voorspelling van seizoenpatronen en aangezien seizoenartikelen bij de onderdelen van landbouwwerktuigen een wezenlijk aandeel van het assortiment uitmaken, is het nodig om ook voor deze groep rationele, automatiseerbare modellen te verschaffen. Hoewel men zou verwachten dat alle onderdelen van landbouwwerktuigen een seizoenpatroon vertonen, blijkt dat aantal in de praktijk beperkt te zijn. Daarvoor kunnen als oorzaken genoemd worden:

1. Trekkers en andere algemene werktuigen worden het hele jaar door gebruikt.
2. Een toenemend aantal werktuigen en machines wordt in een lang gerekt seizoen gebruikt (voorbeeld: de hakselaars die voor gras en voor mais ingezet worden).
3. Er is een zeker seizoen-verloop van noord naar zuid.
4. Er worden rassen geteeld met een minder kritische oogstperiode.
5. De werktuigen worden buiten het seizoen onderhouden en gerevideerd.
6. De onderdelen worden verspreid over het hele jaar gekocht.
7. Een groot aantal onderdelen heeft een zo sporadische afname, dat er geen seizoenpatroon uit af te leiden is.

Om een indruk te krijgen van de afnamesnelheid van onderdelen bij importeur X, zie tabellen 3.5.1., 3.5.2. en 5.5.2.

Van de ca. 23.500 onderdelen voor landbouwwerktuigen van importeur X vertoonden er 4.035 een afname van minstens 1 stuks per jaar gedurende twee jaren; daarvan vertoonden 720 een afname van meer dan 50 stuks per jaar. Van 3.280 met afname ≥ 1 en ≤ 50 stuks waren er ca. 890 door de inkopers als "seizoen" aangemerkt. Uit de hierna te beschrijven analyse bleek dat daarvan waarschijnlijk ca. 50 % geen aanwijsbaar seizoensgedrag vertoont. (zie ook tabel 3.6.14).

Langgerekt seizoen

Bepalend voor de seizoen-bevoorrading is de lengte van het seizoen in verhouding tot de spoed-levertijd. Wanneer halverwege het seizoen nog een extra bestelling gedaan kan worden naar aanleiding van zich snel ontwikkelende vraag, kan de aanvangsbevoorrading lager gehouden worden, zodat ook de kans op restvoorraad afneemt. Om hierop in te kunnen spelen is een

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

seizoen-voorspelling een belangrijk hulpmiddel; daarnaast kan het integraal voorraadbeheer hierin een rol spelen.

De karakteristieke seizoenpiek komt derhalve hoofdzakelijk voor bij :

- onderdelen van werktuigen met een kort, intensief seizoengebruik (bijv. aardappelrooiers);
- slijtage-gevoelige onderdelen die per werktuig niet zo frekwent breken, dat ze in voorraad genomen worden en waarvan de breukgrens van te voren moeilijk te onderkennen is.

Het probleem is dat van te voren (en vaak ook achteraf) moeilijk door de inkopers bepaald kan worden welke artikelen seizoen vertonen en welke niet. Dit heeft tot gevolg dat de inkopers het zekere voor het onzekere nemen en alle onderdelen van seizoenwerktuigen als "seizoen" klassificeren.

Voor een deel hebben de importeurs zelf de seizoenbeweging in de hand gewerkt door hun verkoopcampagnes helemaal op de seizoenen in te stellen:

- in het najaar wordt de balans opgemaakt van verkopen van het afgelopen jaar en de resterende voorraden en worden de schattingen voor het volgende jaar vastgesteld;
- in het voorjaar worden de seizoenbestellingen aan de fabrieken doorgegeven;
- aan het begin van het jaar worden de dealers uitgenodigd hun seizoenbestellingen op te geven, waar dan de hoogste korting op gegeven wordt (ca. 45 %);
- deze bestellingen worden in de loop van het voorjaar uitgeleverd.

Door deze werkwijze worden vaak bestellingen in de winterperiode afgewezen, welke dan later met de seizoenbestellingen meegenomen worden. Hierdoor gaan de dealers en gebruikers zich op het seizoen instellen en komt de vraag ook steeds als een piek naar de importeur toe. Langzamerhand begint men in te zien dat deze werkwijze niet bevorderlijk is voor een regelmatige, hanteerbare goederenstroom.

Preventief onderhoud

Het is duidelijk dat er een direct verband bestaat tussen gespreid preventief onderhoud en de spreiding van het onderdelenverbruik. Door een toeneming van het preventief onderhoud wordt de seizoenpiek voor een deel verschoven naar buiten het seizoen, terwijl er tegelijkertijd in het seizoen meer capaciteit vrijkomt om de echte noodgevallen te bedienen. Men kan ook stellen dat door preventief onderhoud minder spoedreparaties in het seizoen nodig zijn, terwijl de levering buiten het seizoen rustiger en goedkoper kan verlopen, omdat de druk van een spoedreparatie eraf is.

3.6.6.2 De rationele benadering van seizoen

Seizoenherkenning

Aangezien seizoenartikelen toch een belangrijke groep blijven vormen, is het belangrijk om een hanteerbare methode te vinden om deze groep in de automatische voorspelprocedure op te nemen. Daartoe is het noodzakelijk om eerst een identifikatie, of seizoenherkenning uit te voeren, aangezien de voorspelmethodiek voor seizoenartikelen fundamenteel afwijkt van die van

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

gelijkmatig lopende artikelen. Na konstatering van seizoen ligt een voorspelling in het verlengde van de herkenning.

Definitie

Een reserve-onderdeel wordt beschouwd als een seizoenartikel indien zich jaarlijks in het afnamepatroon een systematische, significante fluktuatie van de vraag voordoet.

Onder "signifikant" wordt verstaan dat de omvang van de waargenomen verhoging niet te verklaren valt uit de normale schommelingen die het afnamepatroon zou vertonen zonder seizoen. Onder "systematisch" wordt verstaan dat de significante verhoging van de vraag jaarlijks optreedt in ongeveer dezelfde periode van het jaar. Wanneer in een jaar meerdere significante fluktuaties voorkomen, wordt die met de grootste omvang en/of grootste breedte beschouwd als seizoen.

Multiplikatief of additief seizoen

De invloed van het seizoen op het afnamepatroon kan in het algemeen multiplikatief dan wel additief van aard zijn. Bij een additief seizoenpatroon is er telkens een vast aantal extra afnamen in het seizoen, onafhankelijk van het gemiddelde afnamenivo; bij een multiplikatief seizoen is de verhoging een percentage van het gemiddelde afnamenivo. Het verschil komt tot uiting bij een trendmatige nivoverandering.

Bij de onderdelen-verkoop kan aangenomen worden dat de seizoenafname ongeveer evenredig is met het aantal in gebruik zijnde werktuigen, zodat een trendmatige afnameverhoging resulteert in een multiplikatief seizoen.

Een additief seizoen zou namelijk betekenen dat er telkens een beperkt groepje gebruikers zijn onderdelen in het seizoen blijft bestellen en een toenemende groep buiten het seizoen.

Vergelijking bestaande seizoenmodellen

Om een indruk te krijgen van de vereiste eenvoud en betrouwbaarheid zijn enkele bestaande modellen geanalyseerd.

1. IMPACT : voorop gesteld zij dat IMPACT technisch-administratief verouderd is. Mede op grond van ervaringen van Importeur X met dit programma bleek dat de grondslagen van het systeem niet geschikt zijn voor de doelgroep in dit onderzoek, om de volgende redenen:
2. IMPACT gaat uit van een Normale verdeling van de voorspelfout, die symmetrisch rond de voorspelde waarde moet liggen; bij lage afnamen is de verdeling meestal scheef met een grotere kansmassa onder het gemiddelde. De waarden die boven het gemiddelde uit komen worden op grond van een Normale verdeling eerder als buitensporig afgekeurd (exceptional demand). Dit bleek in de praktijk inderdaad op te treden: het aantal afkeuringen was groot.
1. IMPACT berekent "base-indices" als maat voor de seizoen-intensiteit in iedere periode van het jaar. Vervolgens wordt getoetst of een seizoenmodel een kleinere voorspelfout oplevert dan een horizontaal model; zo ja, dan wordt het artikel als seizoen gekwalificeerd. Een proefrun bij Importeur X met deze methode over een bestand van ca. 3.000 landbouw-onderdelen met afname > 0 leverde 40 a 80 seizoen-

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

artikelen op, afhankelijk van de ingestelde betrouwbaarheid. (Ritter [1977]).

3. In IMPACT wordt de MAD (Mean Absolute Deviation) gehanteerd als maat voor de spreiding. Mits de afname \underline{X} Normaal verdeeld is, is theoretisch

$$\sigma(\underline{X}) = (0,5 * \pi)^{0,5} * MAD = 1,2533...MAD. \quad (3.6.1)$$

Een studie door R.G. Brown [1980] van een aantal uiteenlopende tijdreeksen laat zien dat dit verband slechts in bepaalde gevallen een verantwoorde benadering geeft, zoals bij het verloop van de Dow Jones index in de tijd; in de overige onderzochte gevallen varieerde de verhouding ergens tussen 1 en 2. Hantering van de MAD in plaats van $\sigma(X)$ introduceert derhalve een extra fout, die in dit geval tot uiting komt door extra afkeuringen van seizoenartikelen.

2. R. Lewandowski [1974] zet een aantal seizoenmodellen op een rijtje, onderscheiden naar:

- analysemethoden met seizoens-coëfficiënten,
- auto-adaptieve methoden.

Hij spreekt over "Saisonsbereinigungsmethoden", hetgeen erop duidt dat de seizoenkomponent losgemaakt wordt uit het nivo + trend. (Van beide methoden wordt een aantal varianten gepresenteerd). De seizoenscoëfficiëntenmethoden vereisen veel parameters, zijn gekompliceerd, reageren star en zijn pas toepasbaar bij hoge afnamenivo's.

In de groep auto-adaptieve methoden wordt na iedere periode een exponentiële effening uitgevoerd op:

M = de nivo-waarde,
t
T = de trend-waarde,
t
S = seizoen-komponent.
t

Een goed voorbeeld is de methode van Harrison (zie bijlage C). Deze is door Schlaeger vergeleken met de auto-adaptieve effeningsmethode van Winters (zie bijlage C), waaruit blijkt dat de methode van Harrison betere resultaten lijkt op te leveren, maar meer rekentijd vergt. Wanneer evenwel de seizoenstructuur niet regelmatig oscillatorisch is, wordt de methode van Harrison te complex en de rekentijd te groot, zodat deze methode voor praktische toepassing weinig zinvol lijkt (Lewandowski p.113 [1974]). Problemen bij deze methoden ontstaan bij:

- het schatten van de geschikte effeningsparameters,
- het exponentieel effenen van gemiddelde en trend uit de opeenvolgende perioden, hetgeen tot anti-cyclisch gedrag leidt.

Er zit ook een administratieve kant aan de beoordeling van deze methoden. Als men namelijk alle benodigde parameters gaat tellen die nodig zijn voor een nauwkeurige karakterisering ofwel voorspelling van het vraagproces, dan rijst de vraag of het niet simpeler is om al die geheugenruimte eenvoudigweg te vullen met gerealiseerde afnamecijfers. Dat heeft het voordeel van eenvoud en van zekerheid, aangezien de parameters in voornoemde modellen

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

meestal staan voor prognosen. Bovendien kunnen afnamecijfers op verschillende manieren beoordeeld worden, ook met het menselijk inzicht, en parameters niet.

Op grond van deze overwegingen is gezocht naar een benadering van de seizoenherkenning op basis van afnamecijfers en eenvoudige berekening.

3.6.6.3 Modelbeschrijving Binomiaaltoets

Stel b = basisperiode = periodelengte waarin de afname vastgelegd is;
 t = testperiode = periodelengte waarover de Binomiaaltoets wordt uitgevoerd;
 g = aantal basisperioden per jaar;
 i = aantal basisperioden in een testperiode; $i=t/b$ (i is natuurlijk);
 m = aantal testperioden per jaar; $m=g/i$ (m is natuurlijk);
 r = aantal opeenvolgende testperioden met opschuiving van een basisperiode in een jaar; $r=g-i+1$ (r is natuurlijk);
 k = aantal stuks afname in testperiode j ;
 n = aantal stuks afname per jaar;

Als n klein is (ca. $n < 50$) kan aangenomen worden dat k_j Poisson-verdeeld is met parameter λ_j .

Wordt een afname van 1 stuks beschouwd als een gebeurtenis, dan luidt de nulhypothese H_0 : "de kans dat een gebeurtenis in periode j optreedt is voor m perioden gelijk".

Onder H_0 geldt dan: $p_j = 1/m$.

De alternatieve hypothese luidt: $p_j > 1/m$.

In iedere testperiode wordt getoetst met een Binomiaaltoets of k_j een kritieke waarde te boven gaat:

γ = toetsingsbetrouwbaarheid;

z = kritieke waarde;

$$z = P(k_j(n, p_0) \leq z) \geq \gamma \quad (3.6.2)$$

$$p_0 = \frac{1}{m} = e(k_j) \quad \text{onder } H_0.$$

Wanneer een $k_j \geq z(\gamma, n)$ aangetroffen wordt, dan wordt H_0 verworpen. Bewijs zie bijlage C. z wordt berekend door sommatie van de Binomiaalfunctie:

$$\sum_{k=0}^{k=z} B(n, p_0, k) = \gamma, \quad (3.6.3)$$

maar is ook getabelleerd (bijv. H.G. Romig, [1953], "Binomial tables 5-100").

Bij deze sommatie kunnen de fakulteiten in $B(n, p, k)$ vermeden worden door gebruik te maken van een rekursieve betrekking (zie bijlage C), waardoor tevens kritieke waarden voor grote n (ca. $n = 5800$) berekend kunnen worden. Weliswaar zijn waarden van ca. $n > 50$ eerder Normaal dan Binomiaal verdeeld, maar wanneer $\mu = n \cdot p_0$ en $\sigma^2 = n \cdot p_0 \cdot (1 - p_0)$, dan levert de Normale verdeling nauwelijks afwijkende kritieke waarden van de Binomiale op het

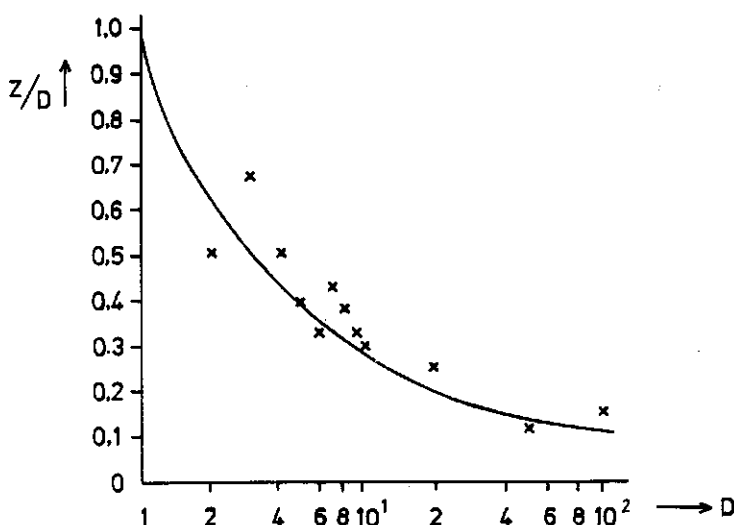
INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

trajekt $100 < n < 5200$, $0,99 < \gamma < 1$. Hetzelfde geldt voor de Poisson- en de Binomiaal-verdeling op het trajekt ca. $10 < n < 100$.

Werkwijze: significante perioden.

Perioden met $k_j \geq z(\gamma, n)$ zijn significante perioden; indien in een jaar meerdere significante perioden voorkomen, wordt de grootste aangemerkt als het centrum van het seizoen. Wanneer deze significante perioden in opeenvolgende jaren niet te ver uit elkaar liggen, wordt gekonkludeerd dat zich omstreeks die perioden een seizoen voordoet. Dit laatste criterium kan op twee manieren getoetst worden: over de afzonderlijke jaren en over de gekumuleerde jaarcijfers. Dit wordt verder behandeld in de paragraaf "seizoenvoorspelling".

Meer dan een significante periode per jaar kan voorkomen wanneer $z(\gamma, n) < 0,5 \cdot n$. Dit treedt reeds op bij ca. $n > 8$ ($\gamma = 0,999$), hetgeen geïllustreerd wordt met de grafiek in figuur 3.6.9.



Figuur 3.6.9. Verhouding k/D ten opzichte van $10 \log D$ bij Binomiale kansvariabele $k(n, D)$, met $p=0,05$ en $\gamma=0,975$ (eenzijdige onbetrouwbaarheid 0,025). De markeringen -x- geven het werkelijke, diskontinue verloop van k/D weer.

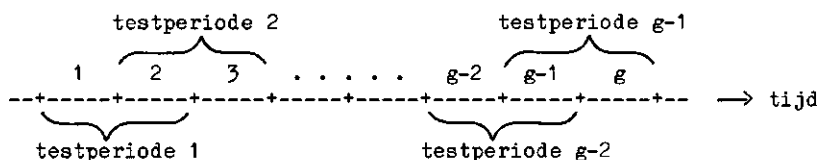
Figure 3.6.9. Ratio k/D related to $10 \log D$ for Binomial probability-variable $k(n, D)$, with $p=0,05$ and $\gamma=0,975$ (one-sided inconfidence of 0,025). The crosses -x- mark the real, discontinuous values of k/D .

Voortschrijdende testperiode.

Een toetsingsprocedure met elkaar niet overlappende perioden heeft als nadeel dat significante afnamen die verdeeld liggen over twee testperioden mogelijk niet herkend worden, namelijk wanneer de afname in ieder van de twee testperioden afzonderlijk niet meer significant is.

Om de kans op herkenning van een significante afname te vergroten, kunnen de testperioden overlappend genomen worden, zie figuur 3.6.10.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG



Figuur 3.6.10. Tijdas van 1 jaar, met g basisperioden en $r=g-i+1$ overlappende testperioden ter grootte van $i=2$ basisperioden.

Figure 3.6.10. Time scale of one year with g basic periods and $r=g-i+1$ overlapping testperiods of size $i=2$ basic periods.

Toetsingsbetrouwbaarheid.

Aangenomen dat de uitkomsten van de $m=g/i$ toetsen onafhankelijk zijn, dan is de betrouwbaarheid waarmee H_0 wordt geaccepteerd of verworpen

$$\zeta = \gamma^m < \gamma \quad (3.6.4)$$

Dit komt doordat niet getoetst wordt op een vooraf aangewezen periode; in dat geval zou er een uitspraak volgen in de vorm van "seizoen valt wel/niet in periode i , met betrouwbaarheid γ ". Bij toetsing van $r=g-i+1$ overlappende testperioden bestaat wel afhankelijkheid tussen de toetsen, zodat de totale toetsingsbetrouwbaarheid ζ zal liggen tussen:

$$\gamma^r < \zeta < \gamma^m \quad (3.6.5)$$

Aangezien de mate van afhankelijkheid moeilijk of niet is aan te geven, is de exakte betrouwbaarheid in dit geval niet bekend. Voor praktische toepassingen is dat evenwel niet zo ernstig, omdat γ als parameter met enig proberen op een "bevredigende" waarde ingesteld zal worden waarmee de fouten van de eerste en tweede soort in evenwicht gehouden worden.

3.6.6.4 Seizoenvoorspelling

De in het voorgaande beschreven werkwijze heeft betrekking op de seizoenherkenning; in het verlengde daarvan ligt de seizoenvoorspelling. Deze levert een uitspraak omtrent

- de omvang,
- de begin- en eindperiode van het te verwachten seizoen.

Twee benaderingen kunnen hiervoor gehanteerd worden:

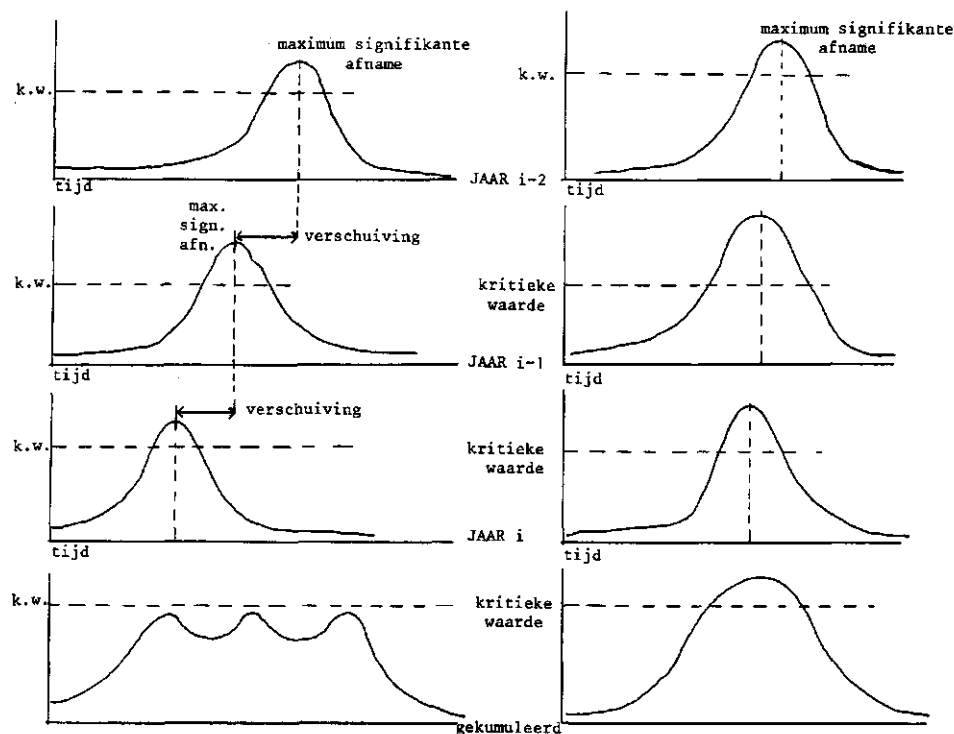
1. gebruik de seizoenherkenning in ieder afzonderlijk jaar en voorspel daaruit een seizoenverwachting;
2. kumuleer de jaarcijfers in overeenkomende perioden, herken daar een seizoen in (of niet) en gebruik dit als voorspelling.

Afzonderlijke jaren

In de eerste methode worden in ieder jaar de significante perioden opgespoord en vervolgens getoetst of de verschuiving van jaar tot jaar acceptabel is. De verschuiving kan vastgelegd worden door de variantie in de

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

periodenummers met de grootste significante afname; deze wordt vergeleken met een toelaatbare normwaarde. Bij overschrijding daarvan wordt H_a ("seizoen") voor het totaal verworpen (zie figuur 3.6.11.)



Figuur 3.6.11. Effect van verschuiving in de jaarlijkse seizoen-piek op de seizoenherkenning uit de gekumuleerde jaarcijfers. Links: sterke verschuiving in seizoen-pieken leidt tot niet signaleren van seizoen. k.w.=kritieke waarde ($z=f(p,D,\gamma)$).

Figure 3.6.11. Effect of shift in season in subsequent years on recognition of seasonal pattern from cumulative demands. k.w.=critical value ($z=f(p,D,\gamma)$)

In de tweede methode worden de afnamen $k(j,l)$ ($j=1,g; l=1,A$ (A = aantal jaren afnamehistorie)) gesommeerd tot

$$K = \sum_{j=1}^A k(j,l) \quad (3.6.6)$$

In deze reeks wordt eveneens met voortschrijdende testperiode de grootste significante periode gelokaliseerd. De eerste methode biedt in principe de mogelijkheid om de ontwikkeling van het seizoen te voorspellen met betrekking tot

- verschuiving in het jaar,
- de totale seizoen-afname.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

Met de tweede methode kan de ontwikkeling van het seizoen uit de ontwikkeling van de jaarafname voorspeld worden.

Verschuiving.

Als men de verschuiving die het seizoen over een reeks van jaren zou vertonen beschrijft door

$$V_j = T_j + e_j \quad (\text{aantal perioden t.o.v. jaar } j-1),$$

met T_j = trendmatige verschuiving,

e_j = toevallige verschuiving,

dan moet gekonkludeerd worden dat T_j in het beperkte aantal waarnemingen niet te onderscheiden zal zijn van e_j . Dit wordt gestaafd door nadere beschouwing van de afname-reeksen.

Ook op grond van de onderhoudsgewoonten die het onderdelenverbruik veroorzaken kan veilig aangenomen worden dat het seizoen-verbruik globaal in dezelfde perioden zal plaatsvinden. Een geleidelijke verschuiving van het oogstseizoen naar het begin van het jaar kan zich voordoen wanneer meer preventief onderhoud gepleegd wordt. Dit zal evenwel in veel gevallen een spreiding tot gevolg hebben, waardoor de herkenbare seizoenpiek wegvalt. Dergelijke verschuivingen kunnen makkelijk door de inkopers zelf waargenomen worden, zodat een voorspeller op dat punt weinig relevant is.

De bepaling van de seizoenperiode volgens de tweede methode gaat als volgt:

1. lokaliseer de testperiode met de grootste significante afname;
2. check of de naastliggende overlappende testperioden ook significant zijn;
3. zo ja, dan wordt de seizoenperiode uitgebreid met deze testperioden, dat wil zeggen met de niet-overlappende basisperiode.

Zodoende wordt aangegeven binnen welk tijdsinterval in de afgelopen drie jaren het seizoen zich afgespeeld heeft.

Voorbeeld:

Nummer basisperiode	11	12	13	14	15	16	17
Afname jaar j-3	0	0	2	3	0	0	0
j-2	0	3	2	0	0	0	0
j-1	0	0	1	3	2	0	0
Gekumuleerd	0	3	5	6	2	0	0
		!			!		
signifikant (*)		!	*	*	*	!	
Seizoenlengte		!<	-	-	-	-	->!

Bijbehorende berekening met $g=26$, $n=16$ en $\gamma=0,999$:

1. $i=2$, $m=13$, $p_0=0,077 \rightarrow z=5 \rightarrow (3+5), (5+6), (6+2)$ zijn significant, seizoen ligt op perioden 12,13,14,15;
2. $i=3$, $p_0=i/g=0,1154 \rightarrow z=7 \rightarrow (0+3+5), (3+5+6), (5+6+2), (6+2+0)$ zijn significant, seizoen ligt op perioden 11,12,13,14,15.
3. $i=5$, $p_0=0,1923 \rightarrow z=9 \rightarrow (0+0+3+5+6), (0+3+5+6+2), (3+5+6+2+0), (5+6+2+0+0)$ zijn significant, seizoen ligt op 10,11,12,13,14,15,16,17

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

3.6.6.5 Exceptionele afname

Exceptionele afnamen (E.A.) zijn eenmalige, in vergelijking tot de jaarafname grote afnamen die niet verklaarbaar zijn door het seizoen, dat wil zeggen zich niet herhalen. Deze kunnen de seizoenherkenning verstoren en wel eerder bij de eerste methode dan bij de tweede, omdat

$$n_j < \sum_{j=1}^A n_j \quad (3.6.7)$$

$$\text{zodat} \quad z(\gamma, n_j) < Z(\gamma, \sum_{j=1}^A n_j) \quad (3.6.8)$$

E.A. wordt in een enkel jaar dus eerder signaleerd. Bij gekumuleerde afnamecijfers is de invloed van E.A. geringer, omdat de kans dat het gekumuleerde seizoen groter is dan de E.A. ook groter is. Tabel 3.6.10.a. en 3.6.10.b. tonen voorbeelden van verstoring van de seizoenherkenning door exceptionele afname.

Tabel 3.6.10.a. Reeel voorbeeld van verstoring van seizoenherkenning door exceptionele afname. $\gamma = 0,999$, $n = 74 \rightarrow z = 9$

per.nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
jaar j-2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6	6	6	0	0
jaar j-1	0	20	0	0	6	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
gekumul.	0	20	0	0	6	0	0	6	0	0	12	0	0	0	12	0	0	0	0	0	12	6	6	0	0	0

Table 3.6.6.10.a. Realistic example of disturbance of season recognition by exceptional demand. $\gamma = 0,999$, $n = 74 \rightarrow z = 9$

Tabel 3.6.10.b. Reeel voorbeeld van verstoring van seizoenherkenning door niet-exceptionele afname

per.nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
jaar j-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
jaar j-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gekumul.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0

Table 3.6.10.b. Realistic example of disturbance of season recognition by non-exceptional demand.

3.6.6.6 Bepaling van de omvang van het seizoen

De voorspelling van het seizoen komt bij beide methoden neer op het bepalen van een vierde waarde als drie waarden bekend zijn. Bij de eerste methode wordt als vierde waarde het seizoen voorspeld uit de drie voorgaande seizoenwaarden; bij de tweede methode wordt als vierde waarde de jaarafname voorspeld. Uitgaande van een multiplikatief seizoen wordt de voorspelde omvang van het seizoen:

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

$$\text{VSPSEIZ} = \text{VSPJAAR} * \frac{\text{TOTSEIZ}}{\text{TOTJAAR}} \quad (3.6.9)$$

VSPJAAR = voorspelde jaarafname;
TOTSEIZ = totale seizoenafname in gekumuleerde reeks;
TOTJAAR = totale afname in 3 jaren.

Voorspelling vierde element:

1. Rekenkundig ($a_1 = a_2 = a_3$) of gewogen gemiddelde:

$$y = \frac{a_1 y_1 + a_2 y_2 + a_3 y_3}{4} \quad (3.6.10)$$

$$\sum_{i=1}^3 a_i = 1; \quad a_1 \leq a_2 \leq a_3$$

y_4 = voorspelde waarde;

4

y_3 = meest recente waarde (seizoen of jaar).

3

Door $a_3 > a_2 > a_1$ te nemen worden recente waarden sterker meegeteld, zodat een eventuele trend sneller gevolgd wordt.

2. Lineaire regressie.

Door drie punten kan een lineaire regressie-lijn berekend worden; evenwel is het betrouwbaarheidsinterval van de richtingscoëfficiënt b_1 bij $n-2=1$ vrijheidsgraad zeer breed, (zie tabel t-verdeling), zodat in verhouding tot de hoeveelheid rekenwerk het rendement gering is. Hetzelfde geldt voor aanverwante techniek van Mean Square Errors (MSE), die ook een trend berekent (zie bijlage C).

Het aangeven van een trend op grond van 3 jaar met seizoenen en geringe afname kan misleidend werken, gezien de mogelijke fluktuaties. Zo zal bij een aantal artikelen negatieve autocorrelatie optreden, bijvoorbeeld door een jaar met slecht weer, gevolgd door een jaar met gunstig weer, of door een goede oogst die geld oplevert om nieuwe machines te kopen.

De stelling van E.J.A. Wolf dat M.S.E. te verkiezen zou zijn vanwege de trendfactor lijkt daarom rijkelijk optimistisch. Met even goede argumenten kan een eenvoudig gewogen gemiddelde met lichte progressie in de wegingsfactoren berekend worden, bijvoorbeeld

$$Y_4 = 0,31 * Y_1 + 0,33 * Y_2 + 0,36 * Y_3$$

3.6.7 Test seizoenherkenning op praktijkcijfers

3.6.7.1 Eerste resultaten

Het hiervoor beschreven model met

- seizoenherkenning op gekumuleerde periodecijfers,
 - seizoenvoorspelling met een gewogen gemiddelde, $a_2 = 1/3$, $a_3 = 2/3$
- is uitgetest op de afnamecijfers over 2 jaar van importeur X.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLEN VAN DE VRAAG

Uit de eerste testruns bleek dat met een $\gamma = 0,9990$ nog bij 70 % van de onderdelen een significante periode werd gesignaleerd. Bij opvoering van γ tot 0,999999 bleek nog ca. 60 % significantie te vertonen. Een vergroting van de testperiode bleek weinig effect te hebben: bij $\gamma = 0,99$ en $i=3$ ($p=3/26$) werd 68 % gesignaleerd, bij $\gamma = 0,999999$ en $i=3$ 58 %.

Een visuele vergelijking van de afnamecijfers met de testuitkomsten bracht aan het licht dat exceptionele afnamen veelvuldig de seizoenherkenning verstoorden. Vooral wanneer er per jaar een (1) periode met afname is, is die altijd significant; in de gekumuleerde reeks levert dat meestal twee significante perioden op. Dit matig functioneren is ten dele toe te schrijven aan het beperkt aantal jaren historie.

3.6.7.2 Seizoenratio

Ter verbetering van de seizoenherkenning is een tweede criterium toegevoegd, volgens welk moet gelden:

$$SR = \frac{\text{SEIZOENAFNAME (voorspeld)}}{\text{JAARAFNAME (voorspeld)}} \geq BTG \quad (3.6.11)$$

SR = seizoenratio ; BTG = betrouwbaarheidsgrens ($0 < BTG < 1$).

Volgens dit criterium wordt getest op de omvang van het totale seizoen waardoor de kans dat een enkele E.A. de test doorstaat kleiner is dan een seizoen waarin meerdere perioden met afname vallen.

Wolf heeft gezocht naar een combinatie van γ en BTG die de meest bevredigende resultaten oplevert. Daartoe was het noodzakelijk eerst een aantal artikelen aan te wijzen die volgens de definitie seizoen vertonen. De indicatie van de importeur was daarvoor niet geschikt. Het aanwijzen van seizoenartikelen is daarom op grond van eigen interpretatie van de afnamecijfers verricht, hetgeen uiteraard een subjectief element bevat. Dit is in zoverre realistisch dat ook de norm van "bevredigende resultaten" een subjectief element bevat. Het onrealistische aspect is dat verondersteld wordt dat de eigen interpretatie beter is dan de interpretatie door het model, terwijl een konsekvente eigen beoordeling dezelfde normen zou moeten aanleggen als het model. Dit bleek ook bij een interpretatie van het testbestand door de onderzoeker zelf, waarbij de subjectieve seizoenherkenning anders uitviel dan bij Wolf en meer in overeenstemming was met de modeluitkomsten.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

3.6.7.3 Invloed van seizoenratio

Op een steekproef uit het testbestand (93 artikelen) zijn verschillende waarden van γ en BTG uitgeprobeerd met betrekking tot hun invloed op het aantal als seizoen herkende artikelen. Zie tabel 3.6.11.

Tabel 3.6.11. percentage als seizoen herkende artikelen; 100 % is aantal bij $\gamma=0,925$ en BTG = 0,3.

γ	BTG				
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
0,9250	100	78	64	38	22
0,95	99	75	62	36	21
0,99	95	71	58	28	14
0,999	72	58	51	25	13
0,9999	51	43	36	22	9

Tabel 3.6.11. Percentage of articles recognised as seasonal; 100 % is the number at $\gamma=0,925$ en BTG = 0,3.

Toelichting: γ = toetsingsbetrouwbaarheid;
BTG = signaleringsgrens voor seizoensratio.

Uit tabel 3.6.11 blijkt dat BTG een grotere invloed heeft op de seizoenherkenning dan γ , althans op de getoonde intervallen.

3.6.7.4 Bepaling combinatie gamma en BTG

Om een bevredigende combinatie van parameters te vinden zijn de artikelen uit een steekproef op persoonlijke waarneming volgens de seizoendefinitie ingedeeld in wel- (ws) en niet-seizoen (ns). Hierbij werden 18 van de 93 artikelen als ws herkend. Tabel 3.6.12 geeft aan in hoeverre de resultaten van het model overeenkomen met deze selectie.

Tabel 3.6.12. aantal door het model gesignaleerde seizoenartikelen.

γ	BTG									
	0,3		0,4		0,5		0,6		0,7	
	ws	ns	ws	ns	ws	ns	ws	ns	ws	ns
0,925	18	58	18	41	18	31	16	13	11	6
0,95	18	57	18	39	18	29	16	11	11	5
0,99	18	54	16	38	15	29	11	10	7	4
0,999	18	37	16	28	15	24	11	8	7	3
0,9999	17	22	15	18	14	13	10	7	4	3

Tabel 3.6.12. Number of seasonal articles signalled by the model.

Toelichting: ws=verzameling als seizoen aangemerkte artikelen;
ns=idem, niet-seizoen;

Iedere combinatie (γ , BTG) is een aparte run; steekproef 93 artikelen.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELING VAN DE VRAAG

Bovenstaande tabel 3.6.12 laat zien dat er twee soorten beoordelingsfouten door het model gemaakt kunnen worden. Dit dilemma van fout van de eerste en tweede soort wordt schematisch weergegeven in tabel 3.6.13.

Tabel 3.6.13. Indeling van beslissingsuitkomsten van het model.

W E R K E L I J K H E I D		
Beslissing door MODEL	HO is juist (geen seizoen)	HO is niet juist (wel seizoen)
HO verwerpen (wel seizoen)	kans op fout 1e soort (1 - betrouwbaarheid)	kans op juiste beslissing (onderscheidingsvermogen)
HO niet verwerpen (geen seizoen)	kans op juiste beslissing (betrouwbaarheid)	kans op fout 2e soort (1 - onderscheidingsvermogen)

Table 3.6.13. Decision possibilities of the model.

3.6.7.5 Instellen van toetsingsparameters

De resultaten uit tabel 3.6.12 (pers. beoord.) kunnen omgerekend worden naar betrouwbaarheid (BT) en onderscheidingsvermogen (OV), zie tabel 3.6.14. Uit tabel 3.6.14. blijkt dat er geen combinatie van γ en BTG bestaat waarbij zowel BT als OV een maximum bereiken. Bij iedere instelling van BTG en γ zal men dan ook te maken krijgen met een fout van de eerste en tweede soort.

Tabel 3.6.14. Betrouwbaarheid (BT) en onderscheidingsvermogen (OV) van de seizoenherkenning uit tabel 3.6.12.

γ	S I G N A L E R I N G S G R E N S (BTG)									
	0,3		0,4		0,5		0,6		0,7	
	OV	BT	OV	BT	OV	BT	OV	BT	OV	BT
0,925	1,00	0,23	1,00	0,45	1,00	0,59	0,89	0,83	0,61	0,92
0,95	1,00	0,24	1,00	0,48	1,00	0,61	0,89	0,85	0,61	0,93
0,99	1,00	0,28	0,89	0,49	0,83	0,61	0,61	0,87	0,39	0,95
0,999	1,00	0,51	0,89	0,63	0,83	0,68	0,61	0,89	0,39	0,96
0,9999	0,99	0,71	0,83	0,76	0,78	0,83	0,56	0,91	0,22	0,96

Table 3.6.14. Confidence (BT) and significance (OV) of seasonal recognition from table 3.6.12.

We kunnen trachten een kostenafweging te maken om de kans op beide foutsoorten te optimaliseren. De kosten van een fout van de tweede soort ontstaan door het buiten voorraad raken van een seizoenartikel dat niet als zodanig herkend is. De kosten van een fout van de eerste soort ontstaan door een te hoog voorraadnivo voor een artikel dat niet echt aan seizoen onderhevig is. Hoewel de exakte kosten niet bekend zijn, kan men wel enigszins de kostenverhouding tussen fout eerste soort en fout tweede soort inschatten.

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO
VOORSPELLING VAN DE VRAAG

Stel $H = \frac{\text{Kosten van fout 1e soort}}{\text{Kosten van fout 2e soort}} = \frac{KS2}{KS1}$
is genoemde verhouding, dan is de som van de kosten:

$$SKS = AF1 * KS1 + AF2 * KS2 \\ = KS1 * (AF1 + H * AF2),$$

waarin $AF1$ = Aantal Fouten 1e soort, $AF2$ = Aantal fouten 2e soort.

Wanneer we dit toepassen op tabel 3.6.14., zien we dat de laagste kosten ontstaan:

als $H < 1,2$ bij $\gamma=0,95$ en $BTG=0,7$;
als $1,2 < H < 9$ bij $\gamma=0,95$ en $BTG=0,6$;
($\gamma=0,9999$ en $BTG=0,3$ ligt er dicht bij)
als $H > 9$ bij $\gamma=0,95$ en $BTG=0,5$.
(Uit tabel 3.6.12. Kolom-ns + (18-kolom-ws)*H)

Aannemende dat H niet groter is dan 9, dan is $\gamma=0,95$ en $BTG=0,6$ te verkiezen als gunstigste combinatie.

Bovenstaande analyse kan gezien worden als een ijking van het model. In de praktijk zullen gebruikers een zelfde soort analyse moeten uitvoeren, zij het dat die over langere termijn kan worden uitgesmeerd en een regelmatige herziening moet ondergaan.

3.6.7.6 Toetsing op het hele bestand

Vanwege de omvang van het testbestand was het niet mogelijk alle artikelen een persoonlijke beoordeling te geven. Wel kunnen de seizoen aanduiding door de importeur en door het model vergeleken worden (waaruit men een indruk kan krijgen van de diskrepantie daartussen). Zie tabel 3.6.15.

Tabel 3.6.15. aantal (percentage) als seizoen aangeduide en/of herkende artikelen. (Getoetst met $\gamma=0,95$ en $BTG=0,6$).

MODEL	IMPORTEUR		SOM
	WEL seizoen-art.	NIET seizoen-art.	
WEL seizoen-artikel	412 (13)	263 (8,3)	675 (21,3)
NIET seizoen-artikel	477 (15)	2025 (63,7)	2502 (78,7)
SOM	889 (28)	2288 (72)	3177 (100)

Table 3.6.15. percentage of articles indicated and/or recognised as seasonal (tested with $\gamma=0,95$ en $BTG=0,6$).

Uit tabel 3.6.15 kan afgelezen worden dat:

- 21 % door het model als seizoen wordt herkend;

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

- 46 % van de door de importeur aangeduide seizoenartikelen door het model worden gesignaleerd;
- 11 % van de door de importeur niet als seizoen aangeduide artikelen wel door het model gesignaleerd wordt.

Een χ^2 toets wijst uit dat met een betrouwbaarheidsdrempel van 0,005 de nul-hypothese "geen afhankelijkheid tussen aanduiding door importeur en signalering door het model" ruimschoots wordt verworpen. Met andere woorden, er blijkt een meer dan toevallige overeenstemming te zijn tussen seizoen-aanduiding op basis van het gebruik van het werktuig en seizoenherkenning op basis van het afnamepatroon van het onderdeel zelf.

3.6.7.7 Verfijning van het model

Het hiervoor behandelde model heeft nog twee punten die nadere beschouwing behoeven:

1. wanneer het primair gesignaleerde seizoen afgekeurd wordt op BTG, wordt niet gecheckt of rond een eventuele tweede of derde significante periode wel een significant seizoen ligt;
2. bij hoge afnamen (ca. $n > 50$) wordt de verhouding $Z(Y, p_0)/n$ kleiner, waardoor BTG een relatief zwaarder en mogelijk te zwaar criterium wordt (zie figuur 3.6.9.).
(N.B.: p_0 verandert door de lengte van het seizoen).

Deze nadelen kunnen als volgt opgevangen worden:

1. er wordt een tweede check uitgevoerd op de tweede significante periode; wanneer de daarnaast liggende perioden meegeteld worden en tezamen hoger uitkomen dan de eerste significante periode, wordt de tweede als seizoen gesignaleerd; bij twee seizoenen met gelijke omvang, wordt degene met de grootste lengte gesignaleerd. (Deze optie is in een verbeterde versie geïmplementeerd).
2. teneinde BTG te dimensioneren op n , kan een Bin-toets gedaan worden met $p_0 = (\text{aantal seizoenperioden} / g)$ en een hoge γ .

Voorbeeld:

Nummer basisperiode	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Afname jaar	j-3	0	0	0	0	0	1	4	2	1	1	0	0
	j-2	0	12	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0
	j-1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	1	0
Gekumuleerd		0	12	0	0	0	1	5	6	2	6	1	0
		!			!			!					!
signifikant (*)		!	*		*	!		!	*	*	*	*	*
Seizoenlengte		!<-	-	-	-	!>		!<-	-	-	-	-	!>

Seizoenherkenning: $g=26$, $n=33$, $\gamma=0,95$, $BTG=0,6$, $i=2$, $m=13$, $p_0=0,077$ $z=5$.
Mogelijke seizoenen: 5,6,7 (0+12+0) of 10,11,12,13,14,15 (1+5+6+2+6+1).
Periode 5,6,7 bevat de grootste significante periode en wordt aanvankelijk als seizoen aangemerkt, maar $12/33 < BTG$.
Voor de tweede seizoenperiode geldt $21/33 > BTG$, zodat de eerste afvalt ten gunste van het langere seizoen.
Wanneer evenwel het afnamenivo 10^* zo hoog zou liggen, met $n=330$, $\gamma=0,95$, dan is $z=34$, zodat de kans op: (afname in een seizoen van 6 basisperioden $> 0,6 \cdot 330 = 198$), kleiner is dan 0,000001

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLING VAN DE VRAAG

(mits $\sigma^2 = (n \cdot p_0 \cdot (1 - p_0))$, ($\gamma = 1$, $n = 330$, $p_0 = 6/26 \rightarrow z = 125$).

Dimensionering van BTG gaat als volgt: $g = 26$, $\gamma = 0,99$, $i = 6$, $p_0 = 6/26 = 0,2308 \rightarrow BTG = z = 14 \rightarrow$

eerste seizoen (12) valt af, tweede seizoen (21) wordt signaleerd.

Vergelijk: $BTG \cdot n = 0,6 \cdot 33 = 19,8$;

$BTG \cdot 330 = 198$; en $z = 125$.

Dit laatste algoritme is niet meer uitgevoerd. Voor programmatuur betreffende seizoenherkenning zie bijlage C.

3.6.7.8 Invloed van afnamehistorie

Wolf heeft op een kleiner testbestand van een andere importeur met meer dan 2 jaar afnamehistorie dezelfde toets uitgevoerd. Hieruit bleek echter niet dat meer jaren een betere herkenning opleveren. Het bestand was te klein (15 artikelen) om daar vergaande konklusies aan te verbinden.

3.6.8 Toepassing in de praktijk

De resultaten van het onderzoek naar dit voorspelmodel geven wel de verwachting, maar niet het bewijs van toepasbaarheid in de praktijk. Het model is eenvoudig genoeg om in een automatisch voorraadbeheersysteem ingebouwd te worden door de eigen programmeurs. Dit is een voordeel t.o.v. pakketten, die een eigen stuk administratie bevatten en niet altijd naadloos op de eigen administratie aangesloten kunnen worden.

Het model zal gebruikt moeten worden ter ondersteuning van de inkoopbeslissing, het kan de inkoper niet vervangen. Dat deze ondersteuning wel werkt bleek bij de presentatie van de eerste uitkomsten. De overzichtelijke print-out van de afnamecijfers, gekombineerd met de seizoenssignalering werd enthousiast ontvangen. De in te kopen aantallen konden hier vlot mee vastgesteld worden. Zie bijlage C.

Uit de manier waarop de inkopers de cijfers beoordeelden kon afgeleid worden dat op een aantal aspecten het model door de inkoper aangevuld moet worden:

1. verpakings- of montage-eenheden;
2. groepen onderdelen die sterke verwantschap vertonen en bij reparaties vaak gezamenlijk vervangen worden;
3. exceptionele afnamen;
4. hoge afnamen;
5. aflopende artikelen;
6. andere externe factoren.

ad 1. Bepaalde onderdelen worden telkens per X stuks afgenomen, omdat de te repareren unit er X van bevat. De toetsing zou daarom op eigenlijk op n/X in plaats van op n plaats moeten vinden. Daardoor wordt evenwel de kritieke waarde vergroot vanwege het toenemen van z/n bij afnemende n (zie figuur 3.6.9), zodat er minder seizoen herkend wordt. Het automatisch determineren van een mogelijke montage-eenheid X is niet geheel probleemloos, omdat in veel gevallen afwijkingen van X

INTERNE PROCESSEN OP IMPORTEURSNIVO VOORSPELLEN VAN DE VRAAG

optreden. Wanneer op gezag van de inkoper een X aangegeven wordt is toetsing op n/X verder geen probleem.

- ad 2. Hetzelfde geldt voor verschillende artikelen in dezelfde montage-unit: hoewel ze soms apart gekocht worden, moet de verkoper ze wel als pakket kunnen leveren.
- ad 3. Fouten van de eerste soort, veroorzaakt door exceptionele afnamen moeten door de inkoper gecorrigeerd worden.
- ad 4. In de praktijk geldt de Bin-toets voor lage afnamen; bij hogere afnamen zou een ander model, gebaseerd op de gemeten standaardafwijking ingeschakeld moeten worden. Als dat niet gebeurt geeft het Bin-toets-model wel signaleringen, maar die moeten gecontroleerd worden.
- ad 5. en 6. Diverse externe invloeden, zoals technische modificaties moeten door de inkopers in de beslissing betrokken worden.



Waar laat ik al die onderdelen: soort-bij-soort of locatiesysteem.



Variabele vakgrootte: onderdelen hebben uiteenlopende afmetingen.

HOOFDSTUK 4

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN

4.1 INLEIDING

In hoofdstuk 1 is een overzicht gegeven van de markt voor landbouwwerktuigen en trekkers in Nederland. In dit hoofdstuk zal nader worden ingegaan op de rol van de landbouwmechanisatiebedrijven (LMB's) in de onderdelendistributie. De daarvoor benodigde kennis en inzicht zijn opgedaan uit:

- a. de enquête door Van der Schee [1978]
- b. een serie bezoeken aan LMB-dealers van Importeur X (1980)
- c. een serie oriënterende bezoeken aan LMB's (1982)
- d. een serie bezoeken met gerichte vragen aan LMB's die bezig zijn met automatisering (1982)

De laatste twee zijn uitgevoerd in samenwerking met P. Oortman Gerlings die de resultaten vastgelegd heeft in zijn scriptie [1983].

In het hierna volgende zal vooral de informatiebehoefte van de LMB's in verband met de onderdelenvoorziening centraal staan.

Aangezien de kleinschalige automatisering daar een belangrijke rol in speelt (of gaat spelen) zijn er diverse kontakten geweest met leveranciers van informatieverwerkende technieken.

4.2 INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S

4.2.1 Invloed van produktenpakket op onderdelenservice

Bij de landbouwmechanisatiebedrijven (LMB's) is duidelijk te constateren dat de handel in en het onderhoud van trekkers de voornaamste steunpilaren van het bedrijf zijn. Dit blijkt uit het hoge percentage artikelen dat voor trekkers bestemd is, de werkplaatsinrichting, de omzet die in trekkers gemaakt wordt en de mate waar in het 'gezicht' van het bedrijf bepaald wordt door het verkochte trekkermerk.

Niet alleen bouwt de dealer door de keuze van het trekkermerk een binding op met een bepaalde importeur, ook de klantenbinding van de dealer loopt hoofdzakelijk via de trekkers. Daar de meeste grote importeurs als hoofdprodukt een bepaald merk trekker hebben, maken zij gebruik van de klantenbinding bij de dealers om daarnaast tevens de eigen lijn van werktuigen af te zetten. De gebruikers hebben echter doorgaans een eigen voorkeur voor wat betreft de

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S

werktuigen en houden het liefst vast aan merken en typen waar ze vertrouwd mee zijn. Dat maakt het voor de importeur die een nieuw merk wil introduceren moeilijk om er tussen te komen en resulteert regelmatig in het voeren van twee merken van hetzelfde type werktuig bij de dealer: de zogenaamde 'nevenlijn' van de trekkerleverancier en het merk waar de klanten aan gewend waren. Dit treedt voornamelijk op bij werktuigen voor ruwvoederwinning, zaaien of grondbewerking.

Verschillende merken worden vaak naast elkaar verkocht om te voorzien in de vraag naar verschillende vermogensklassen; met name bij de trekkers komt dit steeds vaker voor. Hiermee neemt niet alleen het aantal toeleveranciers per LMB toe, maar ook het onderdelen assortiment, aangezien werktuigen van hetzelfde merk vaak nog gemeenschappelijke onderdelen bevatten.

In de praktijk blijken de dealers erg gesteld op hun zelfstandigheid, teneinde een eigen keus te kunnen maken uit de aangeboden werktuigen. Niet zelden geschiedt dat vanuit een pioniersgeest als het gaat om nieuwe typen werktuigen, afkomstig van kleine fabrieken of konstruktiebedrijven.

De introductie van werktuigen kan een grillig en onvoorspelbaar verloop hebben, wat onder meer afhankelijk is van de economische situatie in de landbouwbedrijven en de wijze waarop het nieuwe produkt begeleid wordt. Hierdoor is de ontwikkeling van ieder Landbouwmechanisatiebedrijf verschillend, hetgeen onder andere geleid heeft tot zeer uiteenlopende merkenkombinaties bij LMB's. Zodoende is het niet vanzelfsprekend dat een importeur van trekkers via dezelfde dealers ook werktuigen zal verkopen.

Momenteel is het nog zo dat het dealerschap voor een trekkermerk het verkopen van andere trekkermerken praktisch uitsluit. Dit neemt niet weg dat er vanuit de klantenkring - of potentiële klantenkring - regelmatig op aangedrongen wordt om een ander merk trekker erbij te verkopen, waarbij er ongetwijfeld dealers zullen zijn die aan die wens gehoor geven in de verwachting daarmee hun klantenkring uit te kunnen breiden. De importeurs daarentegen zijn meer gebaat bij een evenwichtig verdeeld netwerk van goed toegeruste dealers die zonder onderlinge concurrentie een betrouwbare service aan het produkt kunnen geven dan bij zoveel mogelijk verkopen van trekkers. In de afzet van landbouwwerktuigen is deze scheiding minder stringent.

Uit het oogpunt van de onderdelenvoorziening is het ongunstig om van eenzelfde soort werktuig meerdere merken naast elkaar te verkopen. Door toename van de diversiteit neemt de omzetsnelheid van de onderdelen af, terwijl het totale onderdelenpakket toeneemt. Dit betekent voor de klant minder service en voor de dealer meer kosten vanwege extra spoedzendingen, kortingverlies en lagere voorraadturnover. In veel gevallen worden deze kosten geheel of gedeeltelijk aan de klant doorberekend.

De diversiteit van merken en toeleveranciers heeft ook konsekventies voor de ontwikkeling van de informatieverwerking bij LMB's; dit wordt behandeld in de paragrafen 4.8 en volgende.

Oorzaken diversiteit.

De huidige situatie met z'n grote diversiteit aan soorten, merken en typen landbouwwerktuigen heeft een aantal fundamentele oorzaken.

1. De te bewerken produkten in de landbouw (gewas, bodem, dieren, hulp-

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S

- middelen) en de daarbij gepaard gaande werkomstandigheden zijn zeer uiteenlopend, hetgeen steeds aanleiding geeft tot het ontwerp van andere werktuigen dan wel modifikaties aan bestaande. Hierbij moet men ook denken aan toepassing van nieuwe technologieën, die vaak van buiten de landbouw afkomstig zijn. De behoefte aan bepaalde typen werktuigen verschilt zelfs van regio tot regio, afhankelijk van regionaal beperkte landbouwmethoden, regionaal beperkte bewerkingen of regionale kondities.
2. De werkeenheden in de landbouw (landbouwbedrijven, percelen, loonwerkers enz.) verschillen in omvang, hetgeen een vraag naar uiteenlopende capaciteiten van werktuigen met zich meebrengt.
 3. De landbouwwerktuigenindustrie is in veel opzichten verwant aan andere industrieën (machine-, motoren-, voertuigenbouw etc.), waardoor enerzijds grote industrieën de landbouwwerktuigen er bij doen om de beschikbare produktiemiddelen beter te benutten, anderzijds kleine industrieën door assemblage van grotendeels toegeleverde elementen specialistische werktuigen kunnen produceren.
Van verschillende kanten worden zodoende steeds vernieuwende impulsen aan de landbouwmechanisatie geleverd.
 4. Deze verscheidenheid aan geproduceerde werktuigen strekt zich over de landsgrenzen uit, hetgeen de keuzemogelijkheid nog vergroot.

Voor de gebruiker heeft deze verscheidenheid in het aanbod zowel voor- als nadelen. Voordelen zijn:

- Een ruime keuze uit een scala van machines en werktuigen;
- Beschikbaarheid van gespecialiseerde werktuigen en een regelmatig aanbod van vernieuwingen die inspelen op specifieke behoeften;
- geen prijsopdrijving door monopolistische leveranciers.

Als nadelen zijn te noemen:

- Door de versnipperde markt kan de onderdelenvoorziening niet op voldoende grote schaal van de grond komen om met lage kosten te werken. Hetzelfde geldt ook voor een aantal werktuigen.
- Het is moeilijk om van alle aangeboden produkten een goede afweging van prijs, kwaliteit, betrouwbaarheid en service te maken; dit geldt evenzeer voor de onderdelen.
- Merkfabrikanten kreëren vaak (doelbewust of gemakshalve) merk-specifieke onderdelen, waardoor de klanten voor de koop van onderdelen aan dat merk gebonden zijn, terwijl het gebruik van universele standaardcomponenten ook mogelijk zou zijn.
- Produkten zijn sneller aan veroudering onderhevig, waardoor de service op lange termijn onzeker wordt.
- De handel richt veel energie op de verkoop van nieuwe machines omwille van het marktaandeel, hetgeen soms ten koste gaat van de service.

Aangezien de vraag naar onderdelen een afgeleide vraag is, afhankelijk van de verkoop en het gebruik van de werktuigen, zal een versnipperde en wisselende markt van werktuigen ook leiden tot onregelmatige vraagpatronen in de onderdelen, met alle problemen die daar het gevolg van zijn. Aan de afzetcijfers van trekkers bijvoorbeeld (Hst.1.2.3) is te zien dat de vijf grootste leveranciers 80 % van de markt in handen hebben en daarmee een goed serviceapparaat kunnen opbouwen. Dit betreft dan ook 80 % van de gebruikers die dienaangaande een bewuste keus maken. Daarom moeten problemen over onderdelenvoorziening in het licht van deze verhoudingen gezien worden.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S

4.2.2 Schaal van het bedrijf

Praktisch alle landbouwmechanisatiebedrijven zijn gestart vanuit een kleinschalige activiteit, waarbij een klein aantal personen een groot aantal taken vervult. In deze pioniersfase wordt gewerkt vanuit een sterk technische instelling, door mensen met een goede praktijkkennis van de landbouwwerktuigen en een grote vaardigheid in diagnose van technische gebreken, onderhoud en reparatiewerk. Er heerst een betrokkenheid bij het produkt en een persoonlijke band met de cliënteel.

Aangezien men zich in deze fase concentreert op de kern van het bedrijf, de verkoop en de onderhoudsreparaties, leidt dit er toe dat de beheerstaken die samenhangen met de administratieve vastlegging, zoals werkopdrachten, materiaalverbruik, inkoop, fakturering en financiële verantwoording, relatief weinig aandacht krijgen. Deze zaken worden er en passant bij gedaan, ofwel zoveel mogelijk uitbesteed. Vaak wordt een groot deel van het administratieve handwerk door de vrouw des huizes verricht, terwijl de ambulante vertegenwoordigers van de leveranciers een belangrijk deel van de bestellingen noteren.

Door een geringe overhead aan personeel, een trouwe klantenkring en enkele gespecialiseerde produkten kunnen kleine bedrijven zeer succesvol zijn. Wanneer men op basis van dit succes gaat uitbreiden en diversificeren, bereikt men een punt in de ontwikkeling waarop de administratieve- en beheerstaken zodanig in omvang en gewicht toenemen, dat verwaarlozing daarvan fataal kan worden voor het bedrijf. Symptomen van een achtergebleven beheer zijn bijvoorbeeld:

- onduidelijke taakverdeling ten aanzien van de uit te voeren opdrachten, waaronder de inkoop;
- weinig planmatig inkopen van onderdelen;
- een rommelige administratie;
- een overvol en onpraktisch ingedeeld magazijn;
- een open magazijn, waar de monteurs kunnen uitnemen wat ze nodig hebben;
- voorraadkaarten - zo die er al zijn - zijn onvolledig en bevatten veel fouten.

Kenmerkend voor deze situatie is dat men nauwelijks inzicht heeft in de kosten die gemaakt worden en dus niet zo gauw de noodzaak onderkent van betere administratie en organisatie. Niet zelden zijn tamelijk ingrijpende veranderingen in de bedrijfsvoering nodig (overname, andere bedrijfsleider) om druk te zetten achter een reorganisatie.

4.2.3 Rol van de magazijnmeester

4.2.3.1 Funktionele scheiding

In kleine bedrijven wordt het onderdelenbeheer als neventaak voor de boekhouder of werkplaatschef gezien. Wanneer het bedrijf groeit zal de met de magazijntaak gepaard gaande arbeid niet langer als neventaak opgevat kunnen worden, temeer daar de hoofdtak ook zal groeien. Het verzorgen van de aanvragen en de bestellingen vereisen zoveel specialistische aandacht, dat een functionele scheiding tussen magazijnbeheer enerzijds en onderhoud en administratie anderzijds noodzakelijk wordt. Het zal dan wenselijk worden dat een medewerker in de functie van magazijnmeester het magazijnbeheer als

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S

volledige hoofdtak toegewezen krijgt.

Bij de bezochte bedrijven hadden vier van de zes magazijnmeesters een technische opleiding; waarvan een ook administratief geschoold was. Van der Schee konstateerde dat bij bedrijven met gemiddeld 9,2 personeelsleden een volledige dagtaak magazijnbeheer ontstaat; bij kleinere bedrijven is het een neventaak van de boekhouder of de chef werkplaats. Uit de enquête bleek de volgende verdeling van opleidingen, zie tabel 4.2.1.

Tabel 4.2.1. Aantallen magazijnpersoneel en hun opleiding.

	Bedrijfsklasse							
	-1-	-2-		-3-				
Aantal mag.pers.	1e	1e	2e	1e	2e	3e	Tot.1e	% 1e
Geen vermelding / geen magaz.pers.	19	4	0	2	0	0	25	27
Praktijkervaring	0	4	5	7	4	1	11	11
LBO, MBO, monteurs	7	13	3	12	6	3	32	35
MAVO, HAVO, midden- stands diploma	2	6	1	8	9	3	16	17
HBO	1	0	0	2	0	0	3	3
Kursussen	2	1	0	4	1	1	7	7
	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAAL	31	28	9	35	20	8	94	100

Table 4.2.1. Number of warehouse personnel and their education.

Het punt waarop een magazijnmeester rendabel wordt is moeilijk exakt aan te geven en is afhankelijk van:

- de mate van orde/wanorde in de huidige situatie;
- de groeiverwachting van het bedrijf: juist in een groeiend bedrijf of in sterke concurrentie verhoudingen is een probleemloze ondersteunende rol van de onderdelenvoorziening van groot belang voor de ontwikkeling.

Wanneer de magazijntak goed uitgevoerd wordt bereikt het aantal administratieve en bedienende handelingen een aanzienlijke omvang.

Essentieel voor deze ontwikkeling is dat de volgende maatregelen genomen worden:

- Het aanbrengen van een fysieke scheiding tussen werkplaats en magazijn die de functionele scheiding benadrukt. De fysieke scheiding is nodig om te voorkomen dat het werkplaatspersoneel onderdelen weghaalt zonder op te schrijven.
- Instellen van een lokatie systeem, waarmee ieder artikelnummer een vaste, genummerde plaats (lokatie) toegewezen krijgt.
- Het bijhouden van een kaartstelsel waarin per artikel opgenomen wordt: artikelnummer, lokatie, aanwezige voorraad, uitgaven, inkomsten, in-bestelling enz.

Uit de gesprekken kwam naar voren dat het magazijnpersoneel een spanning ervaart tussen enerzijds de boekhouder en de bedrijfsleider, die aandringen op lagere voorraden in verband met het bedrijfskapitaal en anderzijds de monteurs en klanten, die alle artikelen op voorraad verwachten. Aangezien magazijnmeesters zelf meestal uit de technische hoek komen, wegen de argumenten van klanten en monteurs bij hen doorgaans zwaarder. Vanwege het

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S

ontbreken van kwantitatieve gegevens over de voorraadopbouw en de uitlever- of servicegraad, kunnen zij de gevolgen van hun inkoopbeslissingen niet aantonen of terugkoppelen, waardoor dit spanningsveld blijft voortbestaan.

4.2.3.2 Beoordelingsproces bij inkoopbeslissingen

Bestellen.

De in Hst.3.3. genoemde verschillende ordersoorten zijn bij de LMB's in principe te herleiden tot de twee hoofdvormen:

1. voorraadorders,
2. spoedorders.

Bij voorraadorders wordt de voorraad aangevuld in afwachting van een toekomstige vraag, terwijl spoedorders gedaan worden naar aanleiding van een specifieke aanvraag waar op dat moment geen voorraad voor aanwezig is. De meeste voorraadorders hebben het karakter van een s,S- of s,Q-systeem, want: 1. het besteltijdstip is vast, namelijk volgens de bestel-kalender van de leverancier;

2. de bestelhoeveelheid is of vast of afhankelijk van een aanvul-nivo. Dit betekent evenwel niet dat er rationeel besteld wordt met een bestelmodel zoals in Hst.3.3 uiteengezet is. Het inkopen van voorraad geschiedt voornamelijk op basis van schattingen en afweging van risico's, op basis van ervaring en kennis van de gebruikerswereld.

Een veel voorkomend keuzeprobleem is of een artikel wel of niet in voorraad genomen moet worden; duidelijke normen in termen van afnamesnelheid of vitaliteit zijn daar niet voor aangetroffen.

De inkoopbeslissingen blijken vaak beïnvloed te worden door een richtlijn van de bedrijfsleiding. Dit kan betekenen dat men streeft naar zo weinig mogelijk spoedorders in verband met de gederfde korting op de bruto prijs, of de richtlijn de voorraad zo laag mogelijk te houden. In het eerste geval resulteerde dat in veel voorraad, in het tweede geval had dat tot gevolg dat de voorraadorders slechts 25 % van alle bestellingen uitmaakten.

De enquête door Van der Schee [1978] bracht een bijna identieke prioriteitenstelling aan het licht ten aanzien van de factoren die meespelen bij het bepalen van het voorraadmivo. Voor antwoorden zie tabel 4.2.2.

Tabel 4.2.2. Invloedsfactoren op het voorraadmivo.

Nr	Factoren	Aantal keren genoemd
1	prijs van het onderdeel	89
2	vraag naar het onderdeel i.h. verleden	89
3	stilstandskosten van het werktuig	65
4	technische vitaliteit 1)	60
5	verwachte vraag in de toekomst	56
6	aantal verkochte exemplaren van het werktuig waar het onderdeel toe behoort	46
7	overige vermeldingen	97

Table 4.2.2. Factors of influence on the inventory level.

1) Zie hoofdstuk 3.3.

Tijdens de bezoeken antwoordden alle magazijnmeesters bevestigend op de

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S

vraag of ervaring voor een magazijnmeester gunstig is. De achtergrondkennis van de plaats van het onderdeel in het werktuig en de wijze van gebruik van het werktuig vormt voor hen een belangrijke steun bij de afweging van een inkoopbeslissing.

Het begrip 'ervaring' is echter subjectief, omdat ervaring voortkomt uit een voorgeschiedenis van incidenten waarvan nooit duidelijk is of daaruit een algemene les voor de toekomst te trekken is.

Om dit duidelijk te maken is het nuttig de aspecten van ervaring te analyseren, waarbij ze eerst gesplitst worden in relatie tot interne en externe gebeurtenissen.

Interne ervaringsaspecten.

Onder interne ervaringsaspecten vallen dan:

1. De reacties uit de werkplaats of van de balie.
De monteurs hebben doorgaans de meeste invloed op de magazijnmeester. Omdat hun werk direkt afhankelijk is van de beschikbaarheid van onderdelen, wordt de onvrede over het niet voorradig zijn daarvan vaak persoonlijk op de magazijnmeester teruggespeeld. Een magazijnmeester die teveel toegeeft aan die druk kan daardoor wel enigszins het aantal werkplaatsonderbrekingen verminderen, maar kreeert daarmee ongemerkt een hoeveelheid inkoerant. Door deze contacten leert hij ook welke onderdelen een sleutelfunctie vervullen bij de reparaties, zodat hij onderscheid leert maken tussen categorieën onderdelen die hoge en minder hoge kosten van werkplaatsonderbrekingen veroorzaken.
2. Een uitgebreide merken-, materialen- en prijzenkennis.
Een door jarenlange ervaring opgebouwde kennis op dit gebied kan erg handig zijn bij het snel determineren van klantenwensen, vooral wanneer die via de telefoon komen, en het vlot opzoeken in het magazijn. Notoire struikelblokken in de determinering zijn bijvoorbeeld:
 - de vervallen en vervangen nummers, waarvoor een nieuw onderdeel of set geleverd moet worden;
 - vervangende onderdelen van andere merken, waarbij gelet moet worden op exakte passing, kwaliteit, slijtvastheid en prijs.Ten aanzien van de vervallen nummers moet erop gelet worden dat indien mogelijk eerst de oude uitverkocht worden en voortaan het nieuwe nummer besteld wordt. Het beste is in zo'n geval een nieuwe kaart aan te maken en een verwijzing op de oude kaart, maar vaak gebeurt dat niet. De vervangende merken kunnen uitkomst bieden wanneer de eigen leverancier om welke reden dan ook tekort schiet. Het betreft dan doorgaans de handelsartikelen zoals lagers, filters, riemen, messen, banden, hydrauliek, verlichting en dergelijke, welke geregeld door vertegenwoordigers aangeboden worden. Een magazijnmeester moet voldoende warenkennis hebben om van prijiskonkurrerende artikelen de kwaliteit te kunnen beoordelen. Wanneer het om vitale onderdelen gaat, zoals lagers en filters, zal men doorgaans liever het duurdere merkartikel nemen dan met goedkopere delen het risico lopen van schade aan de machine.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S

3. Lokaliseren van onderdelen.
Dit betreft zowel de routine van het opzoeken in de onderdelenboeken (of microfiche) als in het magazijn.
4. Inventarisaties.
Een magazijnmeester die gedurende enige jaren inventarisaties verricht heeft is daardoor zeer vertrouwd geraakt met de voorraadopbouw. Een inventarisatie is namelijk de enige gelegenheid waarbij alle voorraadkaarten doorlopen en gecontroleerd worden met de werkelijke voorraad. Aangezien men normaliter niets merkt van inkoerant, blijkt pas wanneer alles geteld is in hoeverre er onnodig beslag op het budget en de ruimte gelegd is. Daartoe moet het totaal van de inventarisatie vergeleken worden met een norm en met de cijfers van voorgaande inventarisaties. Echte objectieve normen dienaangaande zijn nergens aangetroffen. Dan nog heeft dit pas effect op het inkoopgedrag van de magazijnmeester wanneer van een aantal gevallen nagegaan kan worden wat de oorzaak was van een overbodige inkoop.
Nog beter is het wanneer aan de hand van een aantal inkoerant gevallen een systematische beoordelingsfout ontdekt kan worden. Hierom ook is het juist belangrijk dat er regelmatig geïnventariseerd wordt om het effect van het inkoopgedrag weerspiegeld te zien in de voorraadopbouw.
5. Verkoopoverzicht van de leverancier.
De leverancier houdt een registratie bij van alle verkopen aan dealers, waarin o.a. een financiële uitsplitsing staat van de ordersoorten. Hieruit kan afgeleid worden hoeveel er per spoedorder, per tussentijdse order en per periodieke order besteld is. Om het onnodig plaatsen van spoedorders tegen te gaan streeft de leverancier ernaar de inkoper regelmatig te konfronteren met de bestellijsten met het doel veranderingen in het inkoopgedrag naar meer periodieke bestellingen te bewerkstelligen. Deze leveren kortingen op voor de dealers en zijn kostenbesparend voor de leverancier. De gegevens van de importeur maken enerzijds een vergelijking tussen dealers mogelijk en illustreren anderzijds de verandering van het inkoopgedrag van een dealer in de loop van de tijd.

Externe ervaringsaspecten.

Uit kontakten met magazijnmeesters blijkt dat zij in meer of mindere mate afgaan op ontwikkelingen buiten het bedrijf.
Daaronder vallen onder meer:

1. Het verband tussen weersomstandigheden en slijtage van oogstmachines.
Weliswaar kan men het weer voor de komende oogstperiode niet voorzien, maar wel kan men waarnemen in welke staat de gewassen en de bodem verkeren onder invloed van het weer. Mensen die een groot aantal seizoenen in het vak meegemaakt hebben, kunnen op grond van parallellen met het verleden enigszins zien aankomen welke onderdelen onder de gegeven omstandigheden harder gaan en welke minder. Het zij duidelijk dat dit niet meer dan een 'zachte' indicatie kan zijn op grond waarvan ook foute schattingen gemaakt kunnen worden. Bovendien zal het moeilijk zijn de ervaringen van voorgaande seizoenen te projecteren, omdat:

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S

- men niet meer precies weet welke weersomstandigheden in voorgaande jaren aanwezig waren zodat daarmee slechts in weinig gevallen een verband met de afnamecijfers van vorige jaren gelegd kan worden;
 - vergelijkbare weersomstandigheden, vooral wat de extrema betreft, vaak ver uit elkaar liggen waardoor het geheugen tekort schiet;
 - er inmiddels andere machineontwerpen in gebruik zijn.
2. Kennis van de technologische ontwikkelingen.
Op het nivo van magazijnmeester betekent dit dat hij op de hoogte moet blijven van technische modifikaties aan bestaande werktuigen en introductie van nieuwe werktuigen, waardoor het slijtagepatroon zich wijzigt ofwel door verdringing van oudere types het onderdelenverbruik gaat teruglopen. In de praktijk zal die kennis tot de magazijnmeester doordringen via de nummerwijzigingen, de onderdelenboeken, de aanwijzingen van de importeur en de meldingen uit de werkplaats. Achterliggende economische oorzaken van technische ontwikkelingen spelen zich op een langere termijn af dan interessant is voor een onderdelen-inkoper.
3. Kennis van economische factoren.
In de klantenkring van een dealerbedrijf zijn de bedrijfseconomische resultaten op korte termijn vaak een belangrijke drijfveer dan wel belemmering voor investeringen in onderhoud en nieuwe machines. Als er een goede oogst is geweest kunnen de boeren veel onderhoud plegen en nieuwe werktuigen kopen, maar daardoor is tevens te verwachten dat het onderdelenverbruik het volgend jaar minder zal zijn.
4. Op de hoogte zijn van de agrarische bedrijfstoestand.
Strukturele veranderingen in de werkomgeving van de boeren kunnen eveneens leiden tot snelle omwentelingen, zoals verstedelijking, wegvallen of nieuwkomen van verwerkingsindustrie, verkaveling die leidt tot een ander grondgebruik etc.

Over het algemeen is evenwel het verband tussen de externe ontwikkelingen en het onderdelenverbruik onduidelijk en meer een kwestie van aanvoelen dan van voorzien en voorspellen. Dit hangt samen met de reaktietijd van de veranderingen ten opzichte van de reaktietijd van het voorraadbeheer. Deze laatste varieert van ongeveer een dag tot drie weken, nodig voor leveranties waarmee aan de gewijzigde vraag voldaan moet worden, terwijl de meeste technologische, economische en structurele veranderingen hun effecten gespreid over een veel langere periode doen voelen.

Op grond van deze ervaringsaspecten stelt de inkoper min of meer gevoelsmatig de volgende prioriteiten bij de inkoopbeslissingen:

1. De verbruiksn snelheid.
Alle andere afwegingen zijn hieraan ondergeschikt en gaan pas serieus meetellen bij artikelen met een laag verbruik. Wanneer namelijk de kans op inkoerant worden gering is, vervalt dit element in de afweging, zodat het artikel met een gerust hart besteld kan worden.
2. De prijs.
Vaak hanteert men een globale bovengrens (ca. f 250,- bruto verkoopprijs) om artikelen met een inkoerantrisiko in voorraad te nemen.
3. Urgentie bij break-down.
Dit is een moeilijke afweging waarin het soort werktuig een belangrijke

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S

rol speelt. Deze afweging is sterk afhankelijk van inzicht en ervaring.

Menselijke misrekeningen.

De misrekeningen die in dit menselijke beoordelingsproces gemaakt worden zijn vaak het gevolg van aanwijsbare oorzakelijke omstandigheden (zie figuur 4.1.).

Figuur 4.1. Enkele oorzaken van menselijke reacties bij foutieve inkoopbeslissingen.

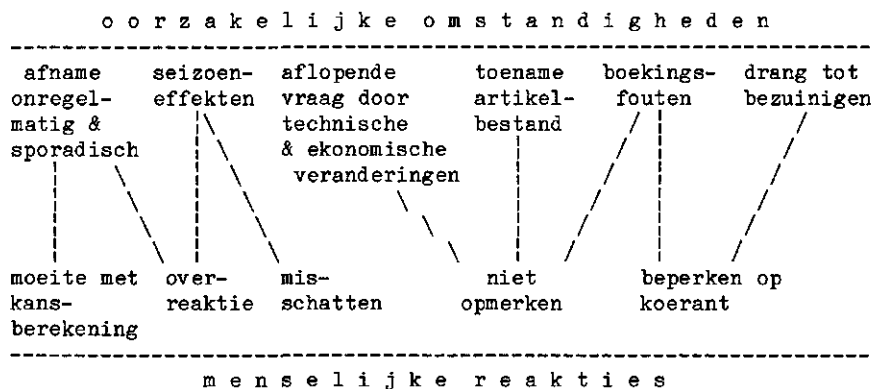


Figure 4.1. Some inducements for human reactions that may give rise to erroneous purchase decisions.

N.B. Met bovenstaand figuur wordt zeker niet bedoeld dat alle menselijke reacties een foutieve inkoopbeslissing veroorzaken.

Toelichting figuur 4.1.

1. Kansberekening: veel mensen blijken moeite te hebben met afweging onder waarschijnlijkheid, waardoor objectief kleine risico's (partiele verwachting) in een subjektieve afweging een grotere afmeting gaan aannemen. Dit afwegingsproces wordt moeilijker naarmate de vraag onregelmatiger is.
2. Over-reactie: wanneer zich een incidentele of exceptionele afname voordoet die resulteert in een tekort, wordt de subjektieve verwachtingswaarde sterk verhoogd onder verwijzing naar het incident. Dit treedt veel op in de seizoendrukke.
3. Misschatten van de seizoenafname: vanwege het sterk wisselende karakter van de seizoensinvloeden, kunnen de inkopers nooit een echt goede prognose voor de seizoenbehoefte vaststellen, zelfs als men afgaat op verkoopcijfers van voorgaande jaren. Daardoor zijn er altijd speed-aanvullingen nodig en blijft er materiaal over.
4. Niet opmerken van bestelgegevens: door toename van het artikelbestand wordt langzaam maar zeker de grens overschreden van wat een persoon op een zodanige wijze kan beheren dat positief gebruik gemaakt wordt van zijn inzicht en ervaring. Deze grens ligt vermoedelijk in de buurt van 800 koerante artikelen, maar is afhankelijk van de fluktuaties in het artikelbestand en van de capaciteiten van de persoon in kwestie zelf.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN INVENTARISATIE VAN EIGENSCHAPPEN VAN LMB'S

Technische modifikaties kunnen gemakkelijk aan de aandacht van de magazijnmeester/inkoper ontsnappen, waardoor niet tijdig geminderd wordt bij aflopende vraag dan wel opgevoerd bij toenemende vraag. Boekingsfouten op de voorraadkaarten leiden tot foutieve of te late bestellingen:

- inkoop niet bijgeboekt: te vroeg bijbestellen;
- uit magazijn gehaald zonder af te boeken: te laat bijbestellen;
- spoedorders worden bij aankomst direkt gebruikt zonder dat dit als verbruik geboekt wordt: te weinig bijbestellen.
- vervangend-merk-onderdeel besteld zonder dit bij het originele artikel aan te geven: dubbel bestellen;
- artikel wordt niet goed opgeborgen: dubbel bestellen op grond van vermeend voorraadverschil.

5. Bezuinigen op koerante onderdelen: wanneer de bedrijfsleiding van mening is dat de onderdelenvoorraad te hoog is (vaak na een inventarisatie of accountantsonderzoek) krijgt de inkoper/magazijnmeester strikte opdracht de voorraad te reduceren. Om daarin zo snel mogelijk resultaat te boeken worden ineens alle bestellingen gereduceerd, waardoor in korte tijd bij de snellopende artikelen tekorten ontstaan. Dit wekt onherroepelijk reacties op bij de monteurs, zodat er weer spoedorders geplaatst worden om de situatie te herstellen. Uiteindelijk verandert er niets aan de overbevoorrading met inkoerante onderdelen.

4.2.3.3 Konklusies rol magazijnmeester.

1. De magazijnmeester vervult een sleutelrol in het onderdelenbeheer van een LMB. Hij geniet een vrij grote zelfstandigheid maar staat altijd onder druk van twee kanten: enerzijds de monteurs en de klanten die zoveel mogelijk onderdelen direkt uit voorraad willen kunnen krijgen, anderzijds de boekhouder en de bedrijfsleider die zo min mogelijk kapitaal in onderdelen vastgelegd willen zien. In de praktijk blijkt meestal de invloed van de monteurs sterker te zijn.
2. Een symptoom van praktisch alle misrekeningen is het per spoedorder bestellen van koerante onderdelen. Uit het verkoop-overzicht van Importeur X bleek dat dit regelmatig voorkomt. Daarentegen kan een goed ingewerkte magazijnmeester de bevoorrading van koerante artikelen plannen met de periodieke orders, zodat niet alleen geprofiteerd wordt van de geringe kosten en hoge kortingen maar ook rust in het bedrijf gebracht wordt.
3. De overwegende indruk uit alle bezoeken is dat een drastische rationalisering bij de LMB's noodzakelijk is om structurele verbetering in de bestaande toestanden aan te brengen.
4. Na de analyse van de problemen in de menselijke besluitvorming van de magazijnmeesters overweegt de indruk dat vele daarvan sterk gereduceerd kunnen worden door rationalisatie op basis van nauwkeurige vastlegging van verbruiksgegevens en optimalisering van het inkoopproces.

4.3 VOORRAADKOSTEN, INKOERANT EN VOORRAADTURNOVER

De meeste magazijnmeesters geven in eerste instantie de voorkeur aan een organisatie van het magazijn op merk en type, omdat daarmee het opzoeken makkelijk verloopt. Het nadeel van zo'n indeling is dat bij toevoegen of verwijderen van artikelnummers telkens alle artikelen moeten opschuiven. Aangezien dit meestal wordt verwaarloosd leidt dit tot een ongeordende situatie. Het voordeel van een lokatiesysteem is dat de aanwezige open plaatsen in het magazijn benut kunnen worden zonder alles te reorganiseren. Dit vereist echter een administratieve discipline, omdat voor het opbergen en terugvinden van een onderdeel nu altijd de dokumentatie (kaartenbak) geraadpleegd moet worden.

Vanwege het ontbreken van een nauwkeurige voorraadadministratie was men nergens precies op de hoogte van de voorraadwaarde en het aantal artikelen in het magazijn. Als voorraadwaarde werd soms de voorraadwaardering van de balans gegeven, die echter tamelijk laag uitvalt vanwege de onnauwkeurige inventarisaties waar die op gebaseerd is en de boekhoudkundige afschrijvingen.

Om een indruk te krijgen van het percentage inkoerante voorraad bij LMB's, is een inventarisatie uitgevoerd bij bedrijf B. Het betrof hier alleen de artikelen van de hoofdleverancier, die op kaart staan. Vooraf schatte het personeel het percentage artikelen dat geen omzet had op de helft van het werkelijke percentage. Zie figuur 4.2. voor de resultaten.

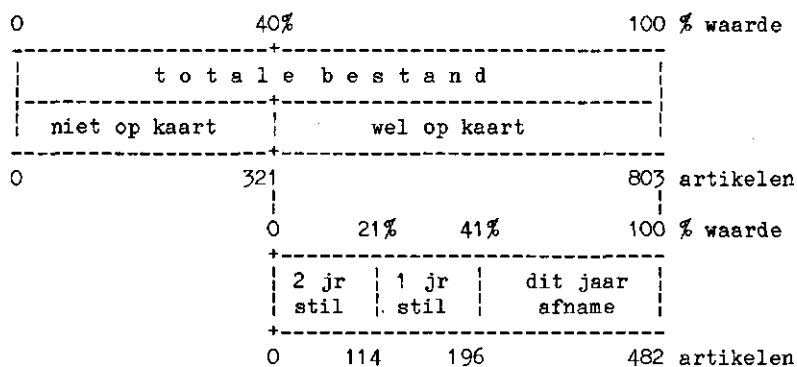


Figure 4.2. Survey of age of spare parts and percentage administrated at a certain agricultural mechanisation service centre.

Deze telling van 482 verschillende artikelen vergde inclusief voorbereiden en afwerken ca. 7 mandagen. Het betreft hier een klein, beginnend LMB met

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN VOORRAADKOSTEN, INKOERANT EN VOORRAADTURNOVER

een verhoudingsgewijs goede voorraadadministratie en een snelle toelevering van de importeur. Bij grotere, oudere LMB's met een minder goede voorraad administratie kan men dan ook een veel groter percentage inkoerant en surplus verwachten.

Het inventariseren zal in die gevallen echter een veelvoud van de hier benodigde tijd vergen, reden waarom ook de meeste LMB's dit niet uitvoeren. Daarom was het niet mogelijk om van meerdere LMB's dergelijke inventarisatiegegevens te verkrijgen. Zelfs de ons bekende LMB's met geautomatiseerde voorraadadministratie waren niet in staat zulke gegevens te verschaffen. Een uitzondering vormde LMB C, die op ons verzoek een ABC-analyse gemaakt heeft. Uitkomsten daarvan zijn weergegeven in bijlage E.

Dat de reductie van inkoerante voorraden een bron van zorg is bleek bij de meeste bezoeken, zoals bij bedrijf F, waar men streefde naar een reductie van de voorraadwaarde van 55% in 5 jaar. Men dacht dit te kunnen realiseren met behulp van het geautomatiseerde bevoorradingssysteem. Dankzij dit systeem kwam een heleboel inkoerante voorraad aan het licht, die voor een klein deel teruggeleverd kon worden aan het Centrale Magazijn en kollega dealers, maar voor het grootste deel afgevoerd moest worden.

Op bedrijf A had men juist een schoning uitgevoerd, waarbij voor ca. 1800 kg aan inkoerante artikelen verschrot werd.

4.4 KONKLUSIES NIET-GEAUTOMATISEERDE LMB'S

1. De bevoorrading van de magazijnen van de LMB's wordt in hoofdzaak gestuurd door de inkoopbeslissingen van de magazijnbeheerders, die daarbij hoofdzakelijk op basis van eigen ervaring en inzicht oordelen. Dit heeft zowel positieve als negatieve effecten.
2. Een minderheid van de LMB's voert een voorraadadministratie voor alle artikelen; de overige hebben of helemaal geen of een gebrekkige voorraadadministratie.
3. Het volledig, nauwkeurig bijhouden en gebruiken van een voorraadkaarten systeem is te arbeidsintensief bij de huidige arbeidskosten. Daarbij komt dat het magazijnpersoneel te veel in beslag genomen wordt door de technische aspecten van de onderdelenvoorziening.
4. Men heeft geen inzicht in de voorraadopbouw, turnover of haalbaar servicenivo.
5. Er is duidelijk behoefte aanwezig zowel bij bedrijfsleiders als magazijnmeesters om de magazijntaak te rationaliseren met twee oogmerken:
 - efficiëntie en kwaliteitsverbetering van de magazijnbeheertaak;
 - verkrijgen van meer betrouwbare, exakte en sneller ter beschikking komende overzichten van de voorraad opbouw.
6. Als derde oogmerk kan daar aan toegevoegd worden:
 - ondersteuning van de inkoopbeslissing door middel van een rationeel besteladvies.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN ERVARINGEN VAN LMB'S MET AUTOMATISERING

4.5 ERVARINGEN VAN LMB'S MET AUTOMATISERING

In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven van de gestructureerde enquête welke is gehouden bij 8 bedrijven. Doel van deze enquête was:

1. het inventariseren van ervaringen van LMB's met het automatiseren;
2. nagaan welk nivo men tot nu toe bereikt heeft;
3. hoe ver de automatisering bij LMB's landelijk gevorderd is.

Het eerste contact kwam van de bedrijven zelf naar aanleiding van een oproep daartoe in het blad Landbouwmechanisatie (Ritter [1982]). Vervolgens werd met ieder bedrijf een afspraak gemaakt en de vragenlijst toegestuurd.

Ieder interview verliep aan de hand van een vragenlijst. De volledige vragenlijst met antwoorden is opgenomen in bijlage E.

Bedrijfsgrootte en samenstelling.

De gemiddelde bedrijfsomzet bedraagt f 4,8 miljoen in 1981. Daar blijkt uit dat de bedrijven in Klasse 3 van de indeling naar omzet vallen. (zie Hst. 1) De onderdelenomzet bedroeg gemiddeld f 730.000,-, ofwel 19,5 % van de gemiddelde totale omzet. Dat is ongeveer gelijk aan wat bij de eerste serie bezoeken werd gevonden en het landelijk percentage (zie tabel 1.2.2.).

Het totaal aantal leveranciers loopt sterk uiteen. Het aantal hoofdleveranciers, soms bepaald aan de hand van het verkoopassortiment, ligt onder de 10. In de artikelen van de hoofdleveranciers wordt naar schatting 60% tot 95 % van de omzet gemaakt.

Het aantal vaste klanten loopt uiteen van 300 tot 1000 klanten en doorgaans nog eens eenzelfde aantal overige klanten.

De gemiddelde personeelsbezetting is als volgt (zonder bedrijf 5)

1. boekhouding	2,0
2. magazijn	1,9
3. werkplaats	6,9
4. overigen	10,3

TOTAAL	19,0

Vorm van automatisering.

De bedrijfsleiders steunden bij hun oriëntering op de verschillende mogelijkheden van automatisering vaak op een vertrouwenspersoon, bijvoorbeeld de accountant of een kollega die zijn voorraadadministratie geautomatiseerd heeft.

1. Eigen computer.

Drie van de bezochte bedrijven hebben een eigen computer; bedrijf 2 heeft een multi-user systeem met 5 beeldschermen en 2 printers; de bedrijven 3 en 7 hebben een computer met 1 beeldscherm en 1 printer. De externe geheugenkapaciteit van deze computers bedraagt respectievelijk 28, 5 en 10 Megabyte.

Het laatste bedrijf heeft een verouderd systeem met 10 werkschijven welke verwisseld moeten worden voor iedere volgende werkzaamheid.

De mogelijkheden en kosten van deze systemen lopen sterk uiteen, hetgeen voor een deel te verklaren is door de verschillen in ouderdom, (nieuwere

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN ERVARINGEN VAN LMB'S MET AUTOMATISERING

systemen presteren meer voor minder kosten), voor een deel door verschil in toepassingen (meer of minder functies geïmplementeerd), voor een deel door verschil in effectiviteit van de inzet van automatisering.

2. In-service automatisering.

Vier bedrijven hebben de boekhouding in-service geautomatiseerd (1, 4, 6 en 8) en doen de voorraadadministratie met de hand.

Bedrijf 5 heeft de voorraadadministratie on-line (via telefoonlijnen) geautomatiseerd bij een serviceburo.

De kosten van het in-service automatiseren lopen erg uiteen, hetgeen blijkt uit het overzicht in tabel 4.5.1.

Tabel 4.5.1. Kosten van automatisering in-service (guldens per jaar).

	BEDRIJF -1-	BEDRIJF -5-	BEDRIJF -6-	BEDRIJF -8-
voorraadbeheer	70.000 1)	30.000	-	-
boekhouding	8.000	-	5.500	22.000
apparatuur	-	7.000	1.600	-
telefoonlijn	-	11.000	-	-
TOTAAL	78.000	48.000	7.100	22.000

Table 4.5.1. Cost of in service automation for some of the interviewed agricultural mechanisation service centres.

Toelichting 1 : Schatting van de kosten die destijds gemaakt zijn.

Aanleiding tot automatisering.

Bij de meeste bedrijven is de directe aanleiding tot automatisering een knelpunt in de administratieve gegevensverwerking of de wens tot snellere en meer uitgebreide bedrijfsinformatie.

Vraag 4 gaat in op de knelpunten die aanleiding gaven tot automatiseren.

Daarbij is gewerkt met een vijf punt schaal:

1. zeer belangrijk;
2. belangrijk;
3. gaat wel;
4. van geringe invloed;
5. geen enkele invloed.

Gemeten naar de gemiddelde score op de vijf punts schaal waren de drie grootste knelpunten:

- | | |
|--|------|
| 1. geen overzicht voorraadopbouw en ontwikkeling | 1,88 |
| 2. tijdbesteding aan voorraadadministratie | 2,13 |
| 3. geen houvast bij inkoopbestellingen | 2,13 |

Op de bedrijven waar de voorraadadministratie nog handmatig gebeurt (1, 4, 6 en 8) is deze vraag konditioneel gesteld: 'wat zou voor U de belangrijkste reden zijn?'.

De knelpunten in boekhouding en fakturering scoorden gemiddeld 3,78. De grootste knelpunten waren facturen maken en bijhouden van openstaande posten.

De meeste bedrijven lieten de salarisadministratie apart van de bedrijfs-

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
ERVARINGEN VAN LMB'S MET AUTOMATISERING

boekhouding door een gespecialiseerd bedrijf uitvoeren.

De volgorde van automatisering in de praktijk staat in contrast met de genoemde knelpunten. De meest voorkomende volgorde is:

	gem. score	aantal keer genoemd
1e. boekhouding	1,38	8
2e. voorraadadministratie	1,87	5
3e. werkplaatsadministratie	2,6	3
4e. verkopersrapporten	4,0	1

Mogelijke verklaringen voor deze uitkomst zijn:

1. Men verwacht dat automatisering van de voorraadadministratie de problemen niet voldoende oplost;
2. De boekhouding is eenvoudiger te automatiseren;
3. Het interview had voorraadbeheer als hoofdonderwerp waardoor de problemen in dat vlak bij het noemen van de knelpunten meer aandacht kregen.

Detailfuncties automatische voorraadadministratie.

Bij de enquête waren zes geautomatiseerde voorraad-administratiesystemen (A.V.A.S.) betrokken. De volgende functies konden door alle zes voorraad-systemen vervuld worden:

1. artikelnummering,
2. lokatienummering,
3. overzichten alle ingevoerde mutaties,
4. besteladviezen voor de inkoop,
5. inventarisatielijsten op lokatievolgorde.

De volgende functies konden door een of twee van de zes systemen vervuld worden:

1. mogelijkheid tot het produceren van baliefakturen,
2. nee-verkoop registratie voor afnemers,
3. direkt afboeken (op beeldscherm) van voorraadmutaties,
4. leverancier-gegevens per artikel,
5. een gereserveerde voorraad,
6. een servicegraad berekening,
7. vastleggen van levertijden per leverancier en per artikel.

De aansluiting van de voorraadadministratie en de boekhouding gebeurde op 1 bedrijf (nr.2) automatisch direkt. Dat wil zeggen dat een voorraadmutatie uitmondt in een boekhoudmutatie. Bij bedrijf 3 wordt een voorraadmutatiebon eenmaal ingevoerd en twee keer gebruikt, namelijk voor een faktuurregel en voor een journaalpost. In de andere gevallen verliep de aansluiting door middel van bonnen.

Vorbereidende werkzaamheden bij de invoering.

De meeste bedrijven hadden geen planning voor de invoering. Op twee bedrijven was het systeem tijdens de invoering nog in ontwikkeling, wat de

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
ERVARINGEN VAN LMB'S MET AUTOMATISERING

invoering vertraagde; bij twee andere bedrijven ging de automatisering gepaard met een reorganisatie van de bedrijfsvoering.

Besparingen.

Aanvankelijk verwachtte men besparingen door automatisering te bereiken door:

	aantal keer genoemd
1. snellere informatie	5 x
2. arbeidsbesparing	4 x
3. snellere facturering	3 x
4. beter inkopen	2 x
5. meer arbeidsplezier	2 x

De grootste gerealiseerde besparingen in het voorraadbeheer bij de bedrijven die geautomatiseerd hebben worden gerealiseerd door:

	gemiddelde skore
1. voorraadreduktie	1,42
2. minder fouten in voorraadnotering	2,20
3. minder fouten in facturen	2,33

Bij de voorraadreduktie werd twee keer 30 % en 1 keer 40 % minder voorraad genoemd. Het aantal nee-verkopen was bij bedrijf 5 met 20 % gedaald door het nieuwe systeem.

In een geval schatte men dat de totale korting over de inkopen met 5 % toenomen was doordat er minder spoedorders werden geplaatst.

In de financiële administratie zijn de meeste besparingen gerealiseerd door een vermindering van het handwerk. Het inkasseren van debiteuren gaat bij de drie zelfstandig geautomatiseerde bedrijven gemiddeld 35 dagen sneller dan voorheen.

De vraag of het bedrijf dankzij het huidige systeem nog kan groeien werd zeer verschillend beantwoord; het gemiddelde komt precies uit op 3 ('gaat wel').

In alle gevallen werd veel waarde gehecht aan de door de automatisering beschikbaar komende management informatie: skore 1,2 gemiddeld op de vijf-punt schaal.

Informatieuitwisseling.

Er is gevraagd in hoeverre men informatieuitwisseling over onderdelen en voorraden van en naar de kollega's en de leverancier haalbaar en wenselijk acht. De antwoorden zijn weergegeven in tabel 4.5.2.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
ERVARINGEN VAN LMB'S MET AUTOMATISERING

Tabel 4.5.2. Opinions over geautomatiseerd gegevenstransport.

VRAAG	AANTAL VOORSTANDERS

Acht U het organisatorisch haalbaar en wenselijk dat:	
1. Nieuwe prijzen van bestaande artikelen van de leverancier-computer naar de computer van het LMB worden doorgegeven ?	6/8 *)
2. Idem, nieuwe artikelen, met prijs en omschrijving ?	4/7
3. Inkoopbestellingen van de dealer computer naar de leverancier-computer worden doorgegeven ?	5/7
4. Overtollige en/of koerante artikelen worden doorgemeld aan kollega's, met het oog op uitwisseling ?	4/8
5. Ziet U rendement in de uitwisseling van inkoerant ?	7/8

Table 4.5.2. Opinions about automated data transport.

Toelichting * : lees: "zes van de acht".

Konklusie uit deze tabel is dat men in eerste instantie wel heil ziet in een automatische toelevering van prijsmutaties, maar overigens duidelijke reserves heeft ten aanzien van het ter beschikking stellen van eigen bedrijfs-informatie.

Een vorm van artikeluitwisseling tussen LMB's vindt momenteel soms plaats als een kollega opbelt en vraagt of men een artikel in voorraad heeft. Als men dit artikel heeft dan wordt als prijs doorgaans de brutoprijs min 15 % gerekend.

4.6 KONKLUSIES AUTOMATISERING BIJ LMB'S

- Op de meeste bedrijven ontbreekt de expertise om tot een goed automatiseringsplan te komen. Men heeft onvoldoende de tijd en of capaciteit om zich in de details van automatisering te verdiepen.
- De voornaamste aanleiding tot automatisering is het opheffen van knelpunten in de gegevensverwerking en de wens tot meer en sneller ter beschikking komende beleidsinformatie.
- Een netto positief resultaat van automatisering van de voorraad administratie bij LMB's wordt alleen bereikt wanneer de invoering volgens een konsekvent en strak beleid plaats vindt.
Het halverwege blijven steken in een automatiseringsproject leidt tot verspilling van kapitaal en arbeid. Van beide zijn voorbeelden gekonstateerd.
- De directe besparingen als gevolg van automatisering komen uit:
 - de snellere inning van faktuurgelden;
 - een voorraadreduktie als gevolg van een betere inkoop;
 - voordeliger inkoop doordat meer per voorraadorder wordt gekocht.
 Indirekte besparingen liggen in:
 - de sneller ter beschikking komende informatie;
 - de betere service aan de afnemers;
 - rustiger verloop van de werkplaatsreparaties.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN KONKLUSIES AUTOMATISERING BIJ LMB'S

5. Door onbekendheid met de te bereiken voordelen door automatisering hechten bedrijfsleiders vaak teveel waarde aan de directe aanschaffkosten van hardware en software.

Te weinig wordt rekening gehouden met de kosten van vooronderzoek, softwaremodifikaties, opbouw van de bestanden, opleiding van het personeel en reorganisatie van het magazijn.

4.7 SYSTEEMEISEN VOOR AUTOMATISERING VAN LMB'S.

4.7.1 Inleiding.

Naar aanleiding van de tweede serie bezoeken is de markt van computer-leveranciers, softwareburo's en systeemhuizen afgezocht naar specifiek voor LMB's geschikte programmatuur voor voorraadbeheer. Daarbij bleek dat geen geschikte systemen aangeboden worden die voldoen aan de volgende eisen:

- a. het bestelsysteem is zelf-sturend en geoptimaliseerd,
- b. alle artikelkenmerken en coderingen, nodig voor een flexibel voorraadbeheer van onderdelen voor landbouwwerktuigen, kunnen er in aangebracht worden,
- c. prijs voor apparatuur en programmatuur onder de f 100.000,-.

Meestal wordt verwezen naar systemen uit vergelijkbare branches, met name autogarages. Ervaringen van LMB's annex autogarage met dit soort pakketten wijzen evenwel uit dat deze niet zonder meer geschikt zijn voor een LMB. De meeste voorraadsystemen voldoen niet aan de tweede eis, wat inhoudt dat de inkoper eigenhandig de waarden voor bestelnivo en bestelhoeveelheid moet aangeven, voor alle artikelen. De prijzen voor systemen die wel aan b. voldoen liggen ver boven de f 100.000,-. Voorbeelden van systemen die wel aan b. voldoen zijn aangetroffen bij twee grote LMB's met importeurschap, waarvan de ene een compleet systeem in eigen beheer heeft (investering ruim f 200.000,-) en de ander door middel van een on-line verwerking bij een serviceburo beschikking heeft over een zeer compleet systeem (jaarkosten ruim f 36.000,-).

Een knelpunt voor de implementatie van een A.V.A.S. 1) voor LMB's bleek te liggen in de combinatie van een relatief geringe behoefte aan verwerkingskapaciteit naast een behoefte aan veel geheugenruimte voor het artikelbestand. Sinds 1981 zijn er echter diverse goedkope vaste schijf-geheugens op de markt gebracht, die A.V.A.S.-toepassingen voor LMB's mogelijk maken.

In samenwerking met een Nederlands systeemhuis is een systeemontwerp gemaakt voor een A.V.A.S. op een professionele microcomputer dat voldoet aan de eisen a., b. en c. Een operationele versie hiervan is gedemonstreerd op de landbouw-RAI 1984.

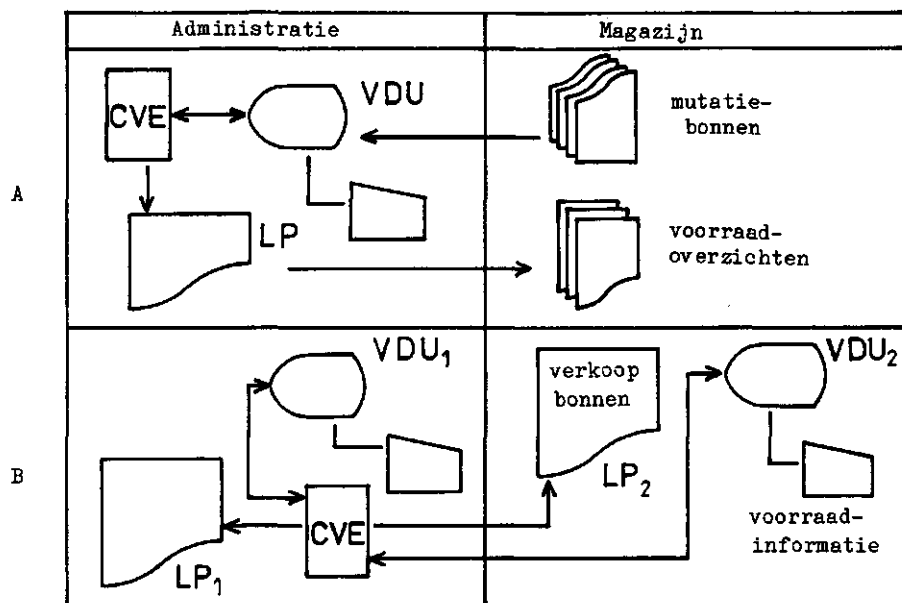
1. geAutomatiseerd Voorraad Administratie Systeem.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN SISTEEMEISEN VOOR AUTOMATISERING VAN LMB'S.

4.7.2 Opstelling.

Bij de implementatie van een A.V.A.S. voor een onderdelenmagazijn met een eigen computer kan men in beginsel twee basisopstellingen onderscheiden (zie figuur 4.4.).

- A. Het hele computersysteem staat op de administratie; het magazijn levert bonnen met mutaties aan, welke door de administratie ingetoetst worden. Periodiek worden voorraadoverzichten afgedrukt die als werkdokument voor het magazijn fungeren.
- B. Behalve op de administratie staan beeldschermen op andere afdelingen opgesteld, waaronder het magazijn. Deze worden bestuurd door een multi-user systeem (computer die de taken van meerdere beeldschermen kan bedienen). De mutaties worden aan de balie ingetoetst, de voorraad-informatie wordt op het beeldscherm opgeroepen, pak- en verkoopbonnen worden op de eveneens in het magazijn opgestelde balieprinter afgedrukt.



Figuur 4.4. Verschil in opstelling tussen een enkel- en meer-gebruikers-systeem.

Figure 4.4. Different dispositions for single- and multi-user systems.

Toelichting: VDU = Video-Display-Unit (beeldscherm),
CVE = Centrale Verwerkings Eenheid (rekenorgaan + geheugen),
LP = Line-printer (afdruk-eenheid).

De voordelen van situatie A zijn:

- geringe investering in apparatuur en programmatuur, terwijl toch alle voordelen van rationeel voorraadbeheer benut kunnen worden.
- De magazijnmeester wordt niet verplicht om met een toetsenbord te werken.

Voordelen van situatie B zijn:

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN SYSTEEMEISEN VOOR AUTOMATISERING VAN LMB'S.

- De mutaties worden direkt op het bestand aangebracht, zodat opgevraagde voorraadinformatie altijd de aktuele situatie weergeeft.
- De magazijnmeester moet in plaats van bonnen schrijven nu alle verkoop- en inkoopmutaties zelf intoetsen, waardoor zijn taak meer verantwoordelijkheid krijgt.

4.7.3 Deeladministraties.

De implementatie van een A.V.A.S. kan niet los gezien worden van de automatisering van andere delen van de administratie (zie Ritter [1982]). Dit betreft:

- a. Financiële administratie (boekhouding, debiteuren, crediteuren, openstaande posten);
- b. Verkoop administratie (fakturerings, journaalposten);
- c. Voorraad administratie (inkoop en voorraad van onderdelen en werktuigen);
- d. Werkplaats administratie (werkopdrachten, urenverantwoording);
- e. Direct mail (selektief adresseren);
- f. Salaris administratie.

Het belang van de fakturerings is tweeledig: enerzijds is het het knooppunt waar alle deeladministraties samenkomen, anderzijds kan een snelle en foutloze fakturerings veel geld besparen. Daarom is het nuttig om bij automatisering in een LMB te beginnen bij de verkoopadministratie om daar vervolgens deelsystemen aan te koppelen. Omdat veel administratieve taken bestaan uit simpel doorschrijven en optellen, iets wat de computer bij uitstek sneller kan verrichten dan een mens, levert koppeling van deelsystemen uiteindelijk de grootste besparing aan handwerk.

4.7.4 Voorraad administratie.

Het voorraadbeheer bij een LMB steunt op de volgende informatiegroepen:

1. Artikelnummering (aktuele leveranciersnummer, vervangend nr, vorige nr).
2. Artikelkenmerken (omschrijving, lokatie, groepsindelingen).
3. Artikelstatus (stadium van bestellen).
4. Prijs informatie (kortingen, mutatiedatums).
5. Voorraad informatie (fysieke en economische voorraad).
6. Koderingen voor voorraadbesturing en behandeling van mutaties.
7. Historische afnamen.
8. Parameters voor vraag-voorspelling.
9. Diverse datums (inbreng, laatste verkoop, inventarisatie, prijswijziging, besteld, etc.)

Het zou te ver voeren alle details die bij het genoemde systeemontwerp uitgewerkt zijn hier uiteen te zetten, maar de aspecten van besturing en optimalisering verdienen enige aandacht.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN SYSTEEMEISEN VOOR AUTOMATISERING VAN LMB'S.

Vastleggen historische afnamen.

De historische afname cijfers mochten niet te veel ruimte innemen en moesten zowel begrijpelijke informatie voor de inkoper verschaffen als een basis vormen voor automatische afnamevoorspelling. Gekozen is voor het volgende systeem:

(Index -0- duidt op de lopende periode, index 1, 2, ... op voorgaande perioden).

M_0, M_1, M_2 maandafnamen.

$(K_0), K_1, K_2, K_3, K_4$ kwartaalafnamen.

$(J_0), J_1, J_2$ jaarafnamen.

$K_0 = \sum M_i$

$J_0 = \sum (K_0 + K_1 + \dots)$ voorzover kwartaalcijfers in het lopende jaar vallen.

Aan het eind van iedere maand, kwartaal, jaar worden respectievelijk $M(i)$, $K(i)$ en $J(i)$ doorgeschoven en $M(0)$ op nul gezet.

Op deze wijze worden met 9 velden de meest recente afnamen gedetailleerd en oudere afnamen meer geaggregeerd vastgelegd, zonder redundantie.

Afname-voorspelling.

$K_0 - K_4$ = indicatie van trend-ontwikkeling t.o.v. vorig jaar.

Bepaling bestelhoeveelheid.

De bestelhoeveelheid wordt met een eenvoudig algoritme (3.4.13) bepaald. De kostenparameters worden standaard in het systeem opgenomen, waarna de inkoper ze desgewenst kan wijzigen. Uitkomsten op niet gehele waarden worden naar boven afgerond. De berekende bestelhoeveelheid is een advies, de inkoper kan een andere waarde opgeven in geval van verpakkingseenheden of montage-units.

Voor de voorspelling van de maandafname wordt een gewogen gemiddelde van $M(i)$, $K(i)$ en $J(i)$ bepaald, waarbij $J(1)$ meegeteld wordt voor het deel dat niet door $K(4)$, $K(3)$, ... overlapt wordt.

Bepaling bestelnivo.

De B-nivo bepaling geschiedt op basis van de Poisson-verdeling volgens algoritme 3.4.9., wat als voordeel heeft dat er geen spreiding berekend hoeft te worden. De servicegraaddoelstelling krijgt een standaardwaarde van 90 %, waarna de inkoper desgewenst een andere waarde kan opgeven.

Uit bovenstaande blijkt dat het vervullen van eis b. (zie 4.7.1) niet veel extra programmering vergt. In de praktijk bleek het toch vaak moeilijk om de

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN SYSTEEMEISEN VOOR AUTOMATISERING VAN LMB'S.

gebruikers van het nut ervan te overtuigen. Om die reden zou men of meer voorlichting moeten verstrekken over de principes van voorraadbeheer, of het optimaliseringsgedeelte als 'black-box' implementeren, zonder naar de gebruiker toe veel op de details in te gaan.

4.7.5 Voorbereidende werkzaamheden.

Alvorens te kunnen gaan werken met een geautomatiseerde boekhouding, facturering of voorraadbeheer, moeten eerst alle stambestanden opgebouwd worden. Met name voor het artikelbestand gaat daar zeer veel werk in zitten. Het werkschema verloopt ongeveer als volgt:

1. Opnemen van alle in het magazijn aanwezige artikelnummers en hun omschrijvingen.
2. Bepalen van de magazijn-lokatie van ieder artikel.
3. Alle artikelen op de juiste magazijn-lokatie plaatsen.
4. Korrigeren van verouderde nummers.
5. Elimineren van overjarige onderdelen.
6. Prijzen inbrengen.
7. Voorraad opnemen (inventariseren) en inbrengen.

Bij elkaar komt dit neer op een volledige reorganisatie van de magazijnvoorraad, die meer werk en kosten met zich meebrengt naarmate het magazijn slechter georganiseerd en geadmistreerd is. Hoewel dit werk meestal niet tot de direkte kosten gerekend wordt, wijzen ervaringen van bedrijven die deze reorganisatie uitgevoerd hebben uit, dat de kosten ervan die van de investering in hard- en software kunnen evenaren of zelfs overtreffen.

4.8 KOSTEN-BATEN BESPREKING AUTOMATISERING.

4.8.1 Inleiding

Ondanks de in het voorgaande (4.5. en 4.6.) genoemde immateriele voordelen, blijft het direkt te verwachten rendement een belangrijk criterium in de besluitvorming rond automatisering bij LMB's. Daarom is getracht een schatting te maken van de kosten en baten voor kleine en middelgrote LMB's.

Eilers [1980, p.75] merkt op dat in een concreet project het schatten van de baten van automatisering al een moeilijke zaak is, vanwege het onkwantificeerbare karakter van de belangrijkste verbeteringen. Voor een groep bedrijven heeft men te maken met onderlinge verschillen in wensen en uitgangsposities, waardoor niet alleen de schatting van de baten, maar ook van de kosten onzeker wordt. Daarom wordt bij de kosten onderscheid gemaakt in de direkt met de computer verband houdende kosten en de indirekte kosten van bijkomende voorzieningen en werkzaamheden en worden bij de baten alleen de direkt te verwachten besparingen opgevoerd. De kosten - baten afweging moet in dit licht gewaardeerd worden.

De informatie over computersystemen, softwarepaketten en hun prijzen is afkomstig van diverse leveranciers en automatiseringsdeskundigen. Een exakte vergelijking van systemen is zelden mogelijk vanwege de verschillende eigenschappen en moeilijk te vergelijken prijs- prestatie verhouding van

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
KOSTEN-BATEN BESPREKING AUTOMATISERING.

verschillende systemen. De hier genoemde prijzen zijn gebaseerd op het prijspeil 1981/1982.

4.8.2 Direkte kosten.

Investerings in apparatuur.

Voor een begroting van de investering in apparatuur is het van belang of voor opstelling A of B gekozen wordt (zie figuur 4.4). Voor de eerste optie (A) is de volgende configuratie ingeschat:

1. Een werkgeheugen van 64 Kbyte;
2. een diskette-leeseenheid van 8 inch (500 a 1000 Kbyte) voor het veiligstellen van werk- en mutatiebestanden;
3. een vaste schijf van 5 tot 20 Megabyte;
4. een printer die goede kwaliteit aflevert en redelijk snel is;
5. een beeldscherm met toetsenbord.

De schijfruimte is begroot aan de hand van een schatting van het aantal artikelrecords (hooguit 10.000) met een geschatte lengte van 250 bytes, hetgeen neerkomt op ca. 2,5 Mbyte. Daarnaast moet rekening gehouden worden met ruimte voor diverse stambestanden en tussenbestanden, waarbij de vrije ruimte niet te krap bemeten mag worden.

De werksnelheid van de printer is geschat op 150 tekens per seconde, zodat een stapel van 200 facturen, met elk 30 regels van 80 tekens in 53 minuten verwerkt kan worden en een artikelbestand van 6.000 artikelen en 120 tekens per artikel (regel) in 5 kwartier.

De kooprijzen liggen ongeveer als volgt, in guldens:

	vanaf	tot
1. computer	7.000	10.000
2. extern geheugen	5.000	12.000
3. beeldstation	3.000	4.000
4. printer	3.000	5.000
	-----	-----
TOTAAL	18.000	31.000

De generatie van volwassen personal computers die na 1983 op de markt verschenen is, valt ongeveer in deze prijsklasse.

De kosten van een computersysteem voor opstelling B is moeilijker aan te geven dan voor opstelling A, omdat er een skala van mogelijkheden aan programmatuur en apparatuur voorhanden is. Een voorbeeld:

PRIJZEN IN GLD. VANAF

1. computer	20.000	
2. extern geheugen	10.000	
3. faktuur-printer	6.000	
4. balie - printer	2.000	
5. beeldstations	12.000	(4 a Fl.3.000 per stuk)

TOTAAL	50.000	

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
KOSTEN-BATEN BESPREKING AUTOMATISERING.

Investerings in Programmatuur.

Voor de bedrijfsomvang van de LMB's kan men volstaan met het installeren van standaardprogrammatuur waar wijzigingen op aangebracht worden om het pakket aan te passen aan de specifieke eisen die het eigen bedrijf stelt. Wanneer veel LMB's dezelfde, van het standaardpakket afwijkende eisen stellen, kan men als groep LMB's een programmapakket laten aanpassen, waardoor de ontwikkelingskosten per gebruiker afnemen.

Voor de belangrijkste deelsystemen zijn de volgende prijsindicaties ingeschat (in guldens):

1. boekhouding	3.000
2. fakturering	500
3. voorraadbeheer	5.000
5. werkplaatsadministratie en planning	1.500

TOTAAL	11.500

De kosten voor een voorraadbeheerpakket zijn hoog in vergelijking met de andere deelsystemen, omdat er meestal modifikaties in moeten worden aangebracht.

In geval van de tweede optie zal de programmatuur meer kosten, omdat voorzieningen voor beeldschermprogramma's en hun besturing aanwezig moeten zijn. De aanschafprijzen liggen dan boven de f 20.000 .

Onderhoud van het systeem.

Uit de enquête kwam een grote spreiding in de kosten van de onderhouds-kontrakten naar voren. Voor een professionele microcomputer kan gerekend worden op ca. f 3.000 per jaar en voor een multi-user systeem ca. f 10.000 per jaar. Hierbij is onderhoud van de programmatuur inbegrepen.

Opleiding van het Personeel.

Voor beginnende automatiseerders is het noodzakelijk het personeel een cursus te laten volgen om vertrouwd te raken met het gebruik en de mogelijkheden van het nieuwe systeem. De kosten van een cursus bedragen ca. f 400,- per persoon per dag, waarbij men moet rekenen op 2 a 4 dagen.

Bouwkundige voorzieningen.

Deze kosten zijn sterk afhankelijk van de huidige toestand en de wensen die men heeft. Met een schatting van f 3.000 tot f 7.000 voor het plaatsen van een wand, een aanpassing van de balie in het magazijn, een afscherming van de printer in het kantoor, of meubilair voor apparatuur en output kunnen de meeste kosten gedekt worden.

Vorbereidings werkzaamheden.

Om eerder genoemde redenen worden deze kosten pro memorie gelaten.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN KOSTEN-BATEN BESPREKING AUTOMATISERING.

4.8.3 Direkte besparingen.

Boekhouding.

Door automatisering van de fakturering en aangekoppelde boekhouding worden werkzaamheden overgenomen die voorheen door eigen personeel of een boekhoudburo uitgevoerd werden. Als richtlijn voor de waarde van de uitgespaarde werkzaamheden wordt gekozen de kosten die een boekhoudburo in rekening zou brengen voor het afsplitsen van journaalposten uit de facturen en verwerking daarvan in de boekhouding. Het gemiddelde van de in de enquête hiervoor genoemde bedragen bedroeg ongeveer F 10.000,- per jaar; we rekenen daarom voor een klein LMB F 6.000,-, voor een middelgroot LMB F 10.000,- en voor een groot LMB F 14.000,- besparing per jaar.

Fakturering.

Door automatisering van de fakturering kan men sneller facturen uitzenden, waardoor men in het algemeen sneller de betalingen binnen krijgt, wat een besparing van de rentekosten op het uitstaande debiteurensaldo oplevert. In een aantal praktijkgevallen bleek dat hierdoor de betalingen gemiddeld 35 dagen, ofwel 0,1 jaar sneller binnen kwamen. Aangezien vrijwel alle inkomsten middels facturen binnenkomen betekent dit een reductie van het werkkapitaal met 10 %.

Doordat er minder fouten in de fakturering worden gemaakt mist men minder inkomsten en loopt men minder vertragingen op door reclames. De omvang van dit effect is vrijwel onbekend en daarom niet te begroten.

Arbeidsbesparing.

Op de schaal van een LMB levert de automatisering zelden een directe besparing in de loonkosten op. Door de reorganisatie worden hogere eisen gesteld aan het beheer en daarnaast zal de vrijkomende mankracht ingezet worden voor het ontplooiën van nieuwe activiteiten, bijvoorbeeld acquisitie of service verlening.

Voorraadbeheer.

Bij de enquête bleek dat er gemiddeld een eenmalige voorraadreductie van 30 % optreedt bij de invoering van een automatisch voorraadbeheersysteem (zie figuur 4.2.). Dit voordeel wordt niet altijd zichtbaar omdat de voorraad meestal ondergewaardeerd is vanwege het ontbreken van een volledig voorraadoverzicht. Behalve besparing op kapitaalkosten levert dit ook besparing van magazijnruimte op.

Onder de onkwantificeerbare besparingen die meestal optreden vallen:

1. Minder nee-verkoop (beter serviceverlening).
2. Minder kans op verschotting als gevolg van foute inkoop.
3. Voordeliger inkopen door meer op voorraadorder te bestellen.
(Een bedrijf dat hier ervaring mee had schatte dat er gemiddeld 5 % meer korting op de inkoop werd gerealiseerd).
4. Een lagere gemiddelde voorraad van de koerante artikelen.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
KOSTEN-BATEN BESPREKING AUTOMATISERING.

Management informatie.

Bij de bezoeken bleek dat de meeste bedrijven tot automatisering overgingen om meer en sneller inzicht in de financieel- economische positie van het bedrijf te krijgen. Deze faktor is vaak doorslaggevend, maar niet in geld uit te drukken.

4.8.4 Overzicht direkte kosten en baten.

Bij het opstellen van een kosten/baten balans zijn gelijke jaarkosten berekend op basis van een afschrijving over 5 jaar en een rente van 10 %. 5 jaar lijkt een redelijk kompromis tussen de technische en de economische levensduur.

Tabel 4.8.1. Kosten schatting voor investering in een computer door een landbouw mechanisatie bedrijf.

Opstelling:	centraal	decentraal
KOSTEN (Fl.)	minimaal	minimaal
-investering		
apparatuur	18.000	50.000
programmatuur	9.000	30.000
verbouw	-	10.000
opleiding	-	5.000
	-----	-----
totale investering (P)	27.000	95.000
-jaarkosten (R)	7.113	25.061
onderhoud	3.000	10.000
	-----	-----
TOTALE JAARKOSTEN	10.113	35.061

Table 4.8.1. Cost estimate of investment in a computer by an agricultural mechanisation service centre.

Toelichting: omrekeningsfaktor van (P) naar (R) is: $F(pr) = 0,2638$
(Zie Jelen [1970]) bij 5 jaar en 10 % rente.

Samenvattend zijn de volgende baten aangenomen:

1. Voorraadreduktie: 30 %.
2. Afname van het debiteurensaldo met 10 % van de omzet bij 10 % rente levert 1 % van de jaaromzet aan besparing.
3. Minder spoedorders levert 5 % meer korting op de onderdelen omzet.
4. Minder kosten voor verwerken van de boekhouding: f 6.000 a f 10.000 per jaar.

Hierna volgt een berekening van de baten voor drie fiktieve bedrijven in verschillende omzetklassen (volgens enquête van Van der Schee, [1978]).

1. Bedrijf in Klasse I:

Omzet: f 800.000
Voorraadwaarde onderdelen: f 136.000
(17% v.d. omzet, turnover = 1)

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
KOSTEN-BATEN BESPREKING AUTOMATISERING.

2. Bedrijf in Klasse II:

Omzet: f 2.700.000
Voorraadwaarde onderdelen: f 459.000
(15% v.d. omzet, turnover = 1)

3. Bedrijf in Klasse III:

Omzet: f 6.200.000
Voorraadwaarde onderdelen: f 806.000
(13% v.d. omzet, turnover = 1)

Tabel 4.8.2. Schatting van de jaarlijkse bruto baten van automatisering bij drie categorieën van landbouw mechanisatie bedrijven.

Bedrijf I

1. 30 % besparing op voorraad a 10 %	4.080
2. afname werkkapitaal: 1 % van 800.000	8.000
3. meer korting: 5 % van 136.000	6.800
4. besparing boekhoud buro	6.000

TOTALE JAARLIJKSE BATEN BEDRIJF I	24.800

Bedrijf II

1. 30 % besparing op voorraad a 10 %	13.770
2. afname werkkapitaal: 1 % van 2.700.000	27.000
3. meer korting: 5 % van 405.000	20.250
4. besparing boekhoud buro	10.000

TOTALE JAARLIJKSE BATEN BEDRIJF II	71.020

Bedrijf III

1. 30 % besparing op voorraad a 10 %	24.180
2. afname werkkapitaal: 1 % van 6.200.000	62.000
3. meer korting: 5 % van 806.000	40.300
4. besparing boekhoud buro	14.000

TOTALE JAARLIJKSE BATEN BEDRIJF III	140.480

Table 4.8.2. Estimates of yearly gross profit from automation by three categories of agricultural mechanisation service centres.

4.8.5 Konklusies automatisering LMB's.

Het automatiseren van de administratie van LMB's lijkt een rendabele zaak op basis van de direkte kosten en baten.

Het direkte rendement komt in hoofdzaak van de snellere fakturering.

Het financiële rendement van automatisering van het voorraadbeheer alleen op grond van direkte besparingen is niet aantoonbaar, omdat nauwkeurig cijfermateriaal bij niet-geautomatiseerde LMB's ontbreekt. Uitspraken van bedrijfsleiders van geautomatiseerde LMB's wijzen echter op besparingen in het voorraadbeheer in de orde van grootte van 15 % tot 30 %.

De indirecte voordelen in de vorm van snellere management informatie,

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN KOSTEN-BATEN BESPREKING AUTOMATISERING.

ordering van het werk en betere service moeten doorslaggevend zijn.

4.9 OPERATIONELE ASPEKTEN VAN INFORMATIE-UITWISSELING

4.9.1 Konsekwenties van geautomatiseerd voorraadbeheer.

Prijswijzigingen.

Voor de komst van de microfiche werden nieuwe prijzen aan de LMB's doorgegeven op prijscouranten, die op het laatst de omvang van een telefoonboek kregen. De nieuwe prijzen werden meestal op de voorraadkaarten bijgeschreven. Tegenwoordig wordt bij niet-geautomatiseerde Lmb's voor iedere verkoop van een onderdeel de prijs opgezocht van de microfiche.

Wanneer een LMB zijn voorraadadministratie gaat automatiseren, gekoppeld aan de verkoopadministratie, ligt het voor de hand dat bij de facturering de artikelprijs samen met de omschrijving uit het artikelrecord opgehaald wordt. De konsekventie daarvan is dat in het artikelrecord steeds de juiste prijzen opgenomen moeten zijn. Dit kan men op drie manieren bereiken:

1. Bij het verschijnen van de nieuwe prijslijst (op microfiche) alle artikelen aflopen om de nieuwe prijs in te brengen.
2. Bij het opboeken van de inkopen de artikelprijs in het eigen bestand vergelijken met die op de pakbon en indien nodig muteren.
3. Van de importeur een prijslijst ontvangen op een E.I.D.1) die door de eigen computer gelezen kan worden, zodat de prijzen automatisch gemuteerd kunnen worden.

ad 1. Deze werkwijze kost nog steeds veel handwerk, waardoor de mogelijkheid tot efficiency-verbetering door de computer niet ten volle benut wordt. In feite betekent het een stap terug naar de werkwijze van voor de komst van de microfiche; zie figuur 4.5.

Mutaties		Artikelrecords-oud		Artikelrecords gemuteerd
<u>A..1 FFFF</u>	opzoeken	<u>A..1 ffff X...X</u>	intypen	<u>A..1 FFFF X...X</u>
<u>A..2 FFFF</u>	opzoeken	<u>A..2 ffff X...X</u>	intypen	<u>A..2 FFFF X...X</u>
<u>A..3 FFFF</u>	opzoeken	<u>A..3 ffff X...X</u>	intypen	<u>A..3 FFFF X...X</u>

Figuur 4.5. Methode 1.: met de hand prijzen muteren van microfiche naar artikelbestand in computer van LMB.

Figure 4.5. Method 1.: price changing by hand from micro film to article file in computer.

Toelichting: A..n = artikelnummer n;
ffff = oude artikelprijs;

1. Elektromagnetische Informatie-Drager: Diskette, magnetische tape of telefoon-verbinding.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
OPERATIONELE ASPEKTEN VAN INFORMATIE-UITWISSELING

FFFF = nieuwe artikelprijs;

X..X = overige artikelgegevens;

ad 2. Deze werkwijze verloopt een stuk sneller dan 1., maar vergt nog steeds veel menselijke visuele en handmatige behandeling, wat vertragend werkt en de kans op fouten vergroot. In een later stadium kan deze werkwijze geautomatiseerd worden in samenhang met het automatisch bestellen. Artikelen die een tijd lang niet besteld zijn, worden verkocht met de oude prijs. Zie figuur 4.6.

Orderbevestigingen Artikelrecords oud Artikelrecords gemuteerd

```
[A..1|FFFF|LLL] --> [A..1|ffff|vvv|X...X] --> [A..1|FFFF|VVV|X...X]
-----
[A..2|ffff|vvv|X...X]
-----
[A..3|FFFF|LLL] --> [A..3|FFFF|vvv|X...X] --> [A..3|FFFF|VVV|X...X]
-----
```

Figuur 4.6. Methode 2.: prijzen muteren vanuit de orderbevestiging naar het artikelbestand; alleen de ingekochte artikelen worden gemuteerd indien de prijs afwijkt.

Figure 4.6. Method 2.: price changing from confirmation of order to article file; only purchased items with deviating price are changed.

Toelichting: A..n = artikelnummer n;
ffff = oude artikelprijs;
FFFF = nieuwe artikelprijs;
LLL = aantal geleverd;
vvv = oude voorraad;
VVV = nieuwe voorraad;
X..X = overige artikelgegevens;

ad 3. Het muteren van prijzen vanaf een E.I.D. is vanuit de snelste werkwijze. De microfiche van de importeur wordt reeds geproduceerd vanuit een computerbestand, zodat het technisch en financieel weinig verschil maakt of de prijslijst op microfiches of op diskettes gekopieerd wordt. Zie figuur 4.7.

Mutaties Artikelrecords oud Artikelrecords gemuteerd

```
[A..1|FFFF] --> [A..1|ffff|X...X] --> [A..1|FFFF|X...X]
-----
[A..2|FFFF] --> [A..2|ffff|X...X] --> [A..2|FFFF|X...X]
-----
[A..3|FFFF] --> [A..3|ffff|X...X] --> [A..3|FFFF|X...X]
-----
```

Figuur 4.7. Methode 3.:Automatisch prijzen muteren van mutatiebestand op diskette naar computerbestand.

Figure 4.7. Method 2.: automatic price changing from mutation file on floppy disc to article file.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
OPERATIONELE ASPEKTEN VAN INFORMATIE-UITWISSELING

Toelichting: A..n = artikelnummer n;
ffff = oude artikelprijs;
FFFF = nieuwe artikelprijs;
X..X = overige artikelgegevens;

De bottleneck voor uitvoering van de derde optie ligt vooralsnog bij de LMB's, omdat deze moeten beschikken over:

- a. een diskette-lezer die diskettes kan lezen met de afmeting en de informatiedichtheid van die van de importeur.
- b. een adequaat mutatie-programma dat de gegevensindeling van het mutatie-record van de importeur kan lezen.

Er is momenteel een grote verscheidenheid van diskettelezers met bijbehorende diskettes op de markt, vooral in de categorie microcomputers waar de LMB's zich in zullen gaan begeven. Wanneer de importeurs willen kunnen inspelen op de automatiseringsontwikkeling bij hun dealers, zullen zij zich terdege moeten gaan oriënteren op een zo gangbaar mogelijk medium voor informatie-uitwisseling en op een standaard recordindeling voor de te muteren gegevens.

Door de automatisering bij LMB's is de volgende ontwikkeling te voorzien:

- . Enkele LMB's met computer en A.V.A.S. komen tot de slotsom dat optie 3. gerealiseerd moet kunnen worden.
- . Zij wenden zich met een daartoe strekkend verzoek tot hun hoofdleverancier.
- . Deze ziet zich genoodzaakt om prijslijsten op E.I.D. aan te leveren voor de daarom verzoekende LMB's en stemt zijn keuze voor type E.I.D. en recordindeling af op de eisen die het A.V.A.S. van deze LMB's daaraan stelt.
- . Vervolgens komen er andere LMB's met A.V.A.S. met een soortgelijk verzoek bij de importeur omdat zij deze werkwijze bij de eerste LMB's opgemerkt hebben.
- . Aangezien het A.V.A.S. van deze nieuwkomers afwijkend zal zijn van de eerstgenoemde LMB's, moet ofwel de importeur nieuwe formaten diskettes en/of mutatierecords gaan aanmaken ofwel de nieuwe LMB's moeten hun A.V.A.S. aanpassen om de diskettes en mutatierecords van de importeur te kunnen verwerken.
- . De LMB's hebben echter niet een (1) toeleverancier, maar meerdere. Wanneer zij van hun hoofdleverancier de prijsmutaties automatisch kunnen verwerken zullen zij dat weldra ook met die van de andere leveranciers willen kunnen doen.
- . Als we aannemen dat verschillende importeurs met hun hoofddealers parallel bezig geweest zijn een I.U.S. 1) te ontwikkelen, dan zou het sterk toeval zijn indien ze allemaal een identiek I.U.S. gekreeft hadden. De automatische gegevenscommunicatie tussen LMB's en importeurs wordt zodoende beperkt tot geïsoleerde groepjes. Aangezien de meeste LMB's een gemengd assortiment van verschillende leveranciers voeren, moet ergens een konversie van het ene communicatiesysteem naar het andere uitgevoerd worden. Hiervoor kunnen drie oplossingen gezocht worden:

-
1. Informatie Uitwisselings Systeem; hardware: soort en afmeting van E.I.D.; systeem: gegevensdichtheid en microcodering; software: gegevensindeling.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN OPERATIONELE ASPEKTEN VAN INFORMATIE-UITWISSELING

1. Konversie bij de leveranciers: de leveranciers zorgen voor een 'passend' I.U.S. voor iedere LMB, hetgeen niet alleen per leverancier tot een behoorlijke diversiteit kan oplopen, maar ook bij alle leveranciers dubbel verricht wordt. .
2. Konversie bij de LMB's: de LMB's worden genoodzaakt een aantal hardware- en software-technieken in huis te halen om alle I.U.S.-en te kunnen verwerken.
3. Konversie uitbesteden: de branche van serviceburo's wordt erbij betrokken om alle konversies van importeurs-I.U.S. naar LMB-I.U.S. te verrichten.

In alle drie gevallen worden aanzienlijke kosten gemaakt en ontstaan vertragingen. Dit zal een ernstige belemmering gaan vormen voor een automatiseringsontwikkeling bij de LMB's die verder gaat dan op zichzelf staande voorraadadministratiesystemen.

4.9.2 Artikel-mutaties

Wanneer de importeurs en dealers erin geslaagd zijn een goed funktionerend I.U.S. voor de prijsmutaties operationeel te maken, worden zij (en vooral de dealers) vanzelf gedwongen om hun artikelkoderingen zo veel mogelijk identiek te houden aan die van de leveranciers. Dat houdt in dat alle nummerwijzigingen van de leverancier snel en exakt overgenomen moeten worden door de dealers, omdat anders het muteren van prijzen niet funktioneert. Voor de artikel-mutaties geldt eigenlijk hetzelfde als voor de prijsmutaties: in de huidige situatie kopieert de leverancier het mutatiebestand naar microfiches, zodat het weinig verschil maakt wanneer het in het vervolg naar diskettes gekopieerd wordt. De diskettes worden naar de dealers rondgestuurd die vervolgens hun artikelbestand automatisch kunnen bijwerken met de nieuwe artikelnummers, mits hun A.V.A.S. uitgerust is met adequate programmatuur om die mutaties aan te brengen.

4.9.3 Nieuwe artikel-gegevens

Een logisch vervolg op deze werkwijze is het automatisch inbrengen van nieuwe artikelen, aangezien toevoegen van een artikel eenzelfde soort mutatie is als wijzigen. Dit kan vooral van pas komen bij de introductie van nieuwe typen werktuigen of trekkers. In zo'n geval heeft de importeur al veel werk besteed aan het inbrengen van alle nieuwe nummers compleet met omschrijvingen, prijzen en koderingen. In plaats van deze gegevens af te drukken op onderdelenlijsten, welke opgestuurd worden naar de dealers, die vervolgens allemaal hetzelfde handwerk nog eens moeten uitvoeren, kan de leverancier het bestand met nieuwe artikelen op diskettes distribueren, waarna de dealers met behulp van een eenvoudig mutatieprogramma van de gewenste artikelen alle gegevens kunnen kopiëren.

Een belangrijk onderdeel hiervan is dat wanneer de nieuwe onderdelen daadwerkelijk binnenkomen en verkocht worden, ze ook direkt als voorraad geboekt en gefactureerd kunnen worden. In de huidige situatie is voor dealers met A.V.A.S. het inbrengen van een pakket nieuwe artikelen vaak nog een bron van

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN OPERATIONELE ASPEKTEN VAN INFORMATIE-UITWISSELING

stagnatie. Wanneer de dealer de diskettes bewaart kan hij ook in een later stadium nog artikelgegevens van de leverancier opzoeken en desgewenst kopiëren.

4.9.4 Automatisch bestellen

Een belangrijke functie van een geautomatiseerd voorraadadministratie systeem is het voorbereiden van de inkopen door middel van het besteladvies. Dat houdt in dat het bestelprogramma alle artikelen waarvan de economische voorraad onder het bestelnivo gezakt is wegschrijft in een bestellingenbestand. Dit bestand wordt afgedrukt als de besteladvieslijst, waarna de inkoper op de geadviseerde bestellingen nog wijzigingen kan aanbrengen. Het gewijzigde bestand wordt afgedrukt op orderformulieren, die naar de betreffende leveranciers gezonden worden. De bestellingen gaan dan automatisch over naar het bestand 'openstaande bestellingen'.

Ook hier geldt weer dat de fase van afdrukken, opsturen, intypen kortgesloten kan worden door het bestellingenbestand naar diskette te kopiëren en naar de leverancier op te sturen. Vanwege de bereikte congruentie in de artikelbestanden van leveranciers en dealers kan de leverancier de orders op E.I.D. automatisch inlezen en administratief verwerken. Tevens kan hij de orderbevestiging op dezelfde E.I.D. bij ieder artikel aangeven in de vorm:

- aantal geleverd;
- aantal in backorder;
- artikelnummer onbekend;
- artikelnummer gewijzigd - lever het vervangende nummer;
- geldende artikelprijs;
- korting;
- te faktureren bedrag.

Met de laatste drie gegevens kan de dealer

- a. een begroting maken van de te verwachten kosten;
- b. zijn artikelprijs muteren indien de meegegeven prijs afwijkt van de prijs in het bestand.

4.9.5 Automatisch doormelden van inkoerant

Vanuit het A.V.A.S. van de dealers is het vrij eenvoudig om een inkoerantheidsberekening uit te voeren (zie Hst.5. en Hst.6.4.), waar nuances in aangebracht kunnen worden om de mate van uitwisselbaarheid aan te geven. De dealers kunnen dan voor ieder assortiment (merk) een bestand met potentieel uitwisselbare onderdelen op E.I.D. naar de betreffende importeur opsturen. Deze kan dan zorgdragen voor het doorkoppelen van binnenkomende vraag waar hij zelf niet aan kan voldoen naar een dealer die het gevraagde wel kan leveren. Hiermee komt men in een van de opties zoals beschreven in Hst.6.4.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
OPERATIONELE ASPEKTEN VAN INFORMATIE-UITWISSELING

4.9.6 Telekommunikatie.

Tot nu toe is voor het medium van de Elektromagnetische InformatieDrager voornamelijk gedacht aan diskettes, omdat die goedkoop zijn, geen infrastructuur vereisen en software-toepassingen voor beschrijven en lezen van diskettes makkelijk te programmeren zijn. De beperking van informatietransport met diskettes is evenwel:

- de beperkte opslag per diskette;
- de vertraging in het versturen;
- de verspreiding van informatie blijft beperkt tot de geadresseerden.

Voor de gefaseerde of langzaam verlopende processen die hierboven besproken zijn, vormen deze punten geen wezenlijke beperking; wil men echter op de hoogte blijven van snel muterende gegevens van diverse bedrijven, dan moet men de mogelijkheid hebben om die informatie direct op te vragen. Dit kan verwezenlijkt worden door de computers van de betrokken bedrijven aan te sluiten op een telekommunikatienetwerk. Als infrastructuur kan daarvoor het openbare telefoonnet eventueel in combinatie met Viditel 1) gebruikt worden; daarnaast zijn er per aangesloten computer enkele technische voorzieningen (modems e.d.) en software-aanpassingen nodig.

Technisch is dit niet moeilijk te verwezenlijken, het is meer een kwestie van kosten, organisatie en medewerking van de betrokken LMB's en importeurs. Met behulp van telekommunikatie tussen leverancier en LMB kunnen de volgende functies uitgevoerd worden:

1. Het LMB kan te allen tijde informatie uit het artikelbestand van de leverancier opvragen en desgewenst kopiëren. Denk aan voorraden, prijzen, soorten onderdelen en hun coderingen enz.
2. Het LMB kan te allen tijde zijn bestellingen in de computer van de leverancier 'deponeren' (brievenbus-functie in Viditel);
3. De leverancier kan op gezette tijden of na telefonisch overleg voorraad-informatie van het LMB kopiëren.

Met dat laatste kan -theoretisch- het maximum aan uitwisselmogelijkheden bereikt worden. Dit kan echter pas functioneren indien een voldoende aantal bedrijven participeert in de uitwisselingsprocedure.

De voordelen van zo'n uitwisselnetwerk zullen in hoofdstuk 5 behandeld worden.

-
1. Viditel, met variant Vidipoort, is een door de P.T.T. opgezet systeem op basis van het openbare telefoonnet en de Viditel-computer van de P.T.T.; de aangesloten informatieleveranciers stellen informatie ter beschikking, zomogelijk door directe koppeling van hun eigen computerbestand aan Vidipoort; de gebruikers kunnen de gewenste informatie opvragen hetzij via een TV-terminal, hetzij via hun eigen computersysteem; de gebruikers kunnen informatie, zoals bestellingen, voor de informatieleverancier in het systeem achterlaten. (Voor nadere informatie zie: N.N., P.T.T., [1983]).

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN OPERATIONELE ASPEKTEN VAN INFORMATIE-UITWISSELING

4.9.7 Serviceburo's.

In het voorgaande is er min of meer stilzwijgend vanuit gegaan dat het A.V.A.S. van de LMB's op een eigen computer uitgevoerd wordt, waarna de informatieuitwisseling per diskette of eventueel per telekommunikatie plaatsvindt. Er is echter een ontwikkeling denkbaar waarin een groot aantal LMB's hun A.V.A.S. door een serviceburo laat uitvoeren. In dat geval zullen de serviceburo's grote belangstelling hebben om ook alle informatie-uitwisselings functies voor hun klanten uit te voeren. Zij zijn met hun grote verwerkingscapaciteit en technische know how goed in staat om:

- a. vanuit de artikelbestanden van de importeurs die het assortiment van een LMB verzorgen in korte tijd een artikelbestand voor het LMB op te bouwen;
- b. met prijsmutatie-tapes van de importeurs de prijzen in de LMB-bestanden automatisch te wijzigen.
- c. de orders van de LMB's automatisch door te geven naar de importeurs;
- d. de orderbevestigingen van de importeurs automatisch door te koppelen naar de bestanden van de LMB's;
- e. inkoerant-berekeningen uit te voeren voor het samenstellen van bestanden met uitwisselbare onderdelen.

In zo'n situatie is telekommunikatie tussen de importeurs enerzijds en clusters van LMB's onder de paraplu van een serviceburo anderzijds een uit informatietechnisch oogpunt efficiënte oplossing. De serviceburo's kunnen in deze ontwikkeling een brugfunctie vervullen om de technische problemen van datakommunikatie uit handen van de LMB's te nemen. Met het oog op deze ontwikkeling proberen de serviceburo's reeds enige tijd overeenkomsten te sluiten met de importeurs om regelmatig tapes met een nieuw artikelbestand te ontvangen, omdat dat een sterk argument is om de dealers van de betreffende importeur naar zich toe te trekken. Voorzover bekend is een dergelijke samenwerking nog niet tot stand gekomen.

Het breekpunt in deze ontwikkeling ligt voornamelijk in de algemene nadelen die ten aanzien van serviceburo's gevoeld worden, namelijk:

- het toenemen van de prijs bij intensivering van het aantal te verwerken mutaties;
- de afhankelijkheid;
- de steeds goedkoper wordende microcomputer-toepassingen beconcurreren de juist bij serviceburo's dure on-line verwerking.

Wanneer door deze factoren te weinig LMB's met een serviceburo in zee gaan, wordt de telekommunikatie in deze kontekst te duur, zodat bovengeschetste ontwikkeling niet van de grond kan komen. Daar staat tegenover dat wanneer men tijdig een kommuniatiestandaard introduceert, daarmee het voordeel van de brugfunctie door de serviceburo's in verband met de konversie tussen verschillende systemen vervalt.

4.9.8 Standaardisatie.

Alle hiervoor genoemde vormen van gegevensuitwisseling kunnen slechts op ruime schaal ter hand genomen worden indien alle leveranciers en ontvangers eenzelfde informatie-uitwisselings standaard hanteren. Het initiatief daarvoor zal uit moeten gaan van de importeurs, hetgeen betekent dat zij met elkaar overeen komen om al het toekomstige automatische gegevenstransport volgens dezelfde technieken en gegevensindeling te laten verlopen. Voor de

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN OPERATIONELE ASPEKTEN VAN INFORMATIE-UITWISSELING

technieken komt dat globaal neer op:

- . Een formaat diskette (bijv. 5 1/4 inch, tweezijdig, dubbele dichtheid, EBCDIC, IBM-compatible).
- . Een transmissie snelheid voor telefonisch verkeer.

Voor de gegevensindeling komt dat neer op:

1. Een vaste record-lengte voor alle mutaties (bijv. 128 bytes).
2. Een vaste positie en lengte voor:
 - a. artikelnummer (bijv. 16 pos. alfanumeriek);
 - b. mutatiecode (bijv. 3 pos. numeriek);
 - c. mutatiedatum (6 pos. numeriek);
 - d. leverancierscode (bijv. 6 pos. postkode).
3. Het definiëren van unieke mutatiecodes die aangeven wat de indeling en de betekenis van de rest van het mutatierecord is.
4. Het toekennen van unieke leveranciersnummers aan alle betrokken leveranciers. Hiermee kunnen homoniemen 1) ondervangen worden. Tevens kunnen hiermee automatische bestellingen bij ieder LMB korrekt uitgesplitst worden naar de betreffende leveranciers.

Indien men de hierboven genoemde elementen ruim definieert is het gevaar dat een eenmaal vastgelegde standaard toekomstige ontwikkelingen zal gaan remmen gering. Bij toepassing van telecommunicatie kan bijvoorbeeld dezelfde gegevensindeling gehandhaafd blijven als bij diskettes.

Het vastleggen van zo'n standaard zal ongetwijfeld voor de ontwikkeling van toepassingen met automatisch gegevenstransport in de LM-wereld een belangrijke stimulans zijn, omdat

- a. niemand zich verder meer hoeft af te vragen hoe zoiets vorm gegeven moet worden,
- b. de software-makers deze standaard in hun pakket in kunnen bouwen met de garantie dat het bij alle leveranciers aansluit,
- c. de gebruikers alleen maar hoeven te vragen of pakketten deze standaard bevatten.

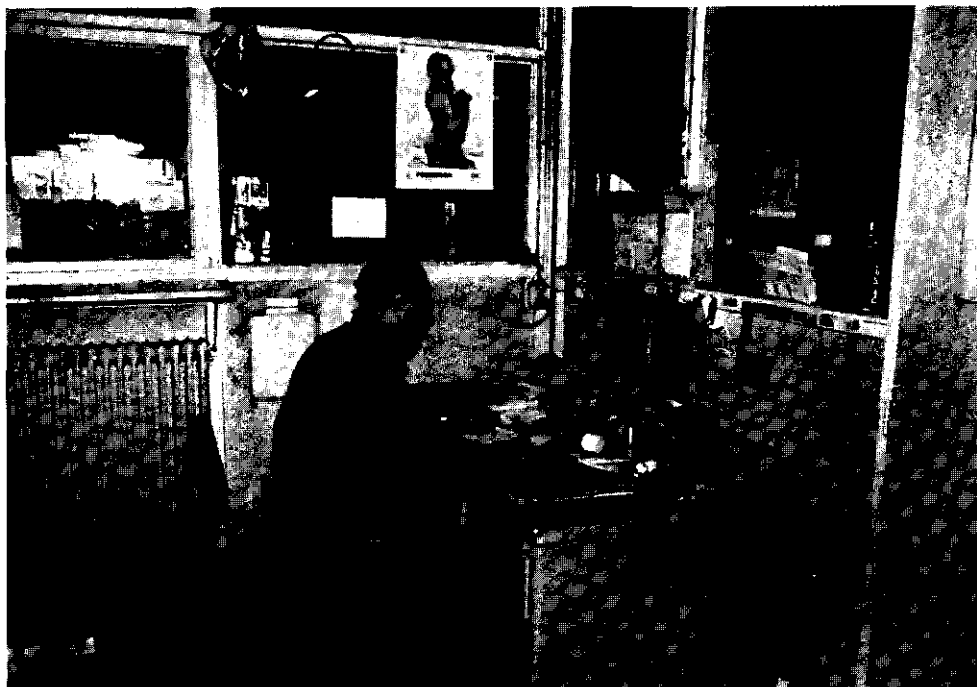
4.9.9 Konklusies informatie-uitwisseling.

1. Informatie-uitwisseling tussen LMB's en leveranciers is een logisch uitvloeisel van automatisering bij LMB's.
2. De importeurs hebben belang bij automatisering bij de LMB's vanwege de stroomlijning van de orders en rationalisering van het voorraadbeheer, wat een vermindering van het aantal spoedorders van de dealers kan bewerkstelligen.
3. Met informatie-uitwisseling kunnen processen als prijswijzigingen, artikelwijzigingen, bestellen en uitwisselen van (inkoerante) voorraad aanzienlijk sneller en met minder kans op fouten gerealiseerd worden dan met menselijke tussenkomst.

- - - - -
1. zelfde artikelnummer bij verschillende leveranciers voor verschillende onderdelen.

INFORMATIEBEHOEFTE BIJ LANDBOUWMECHANISATIE BEDRIJVEN
OPERATIONELE ASPEKTEN VAN INFORMATIE-UITWISSELING

4. Met het oog op de automatisering bij LMB's, hetzij zelfstandig hetzij in service, en de daaruit voortvloeiende behoefte aan informatie-uitwisseling met de leveranciers, is het voor de gehele landbouwwerktuigenbranche van het grootste belang dat de importeurs gezamenlijk een standaard voor gegevensuitwisseling overeenkomen.
5. De extra mogelijkheden die daarmee binnen het bereik van de automatiserende LMB's komen zullen stimulerend werken op de hele ontwikkeling van de automatisering in de landbouwwerktuigenbranche.
6. Er zullen kosten en vertragingen optreden indien men niet in een vroeg stadium allemaal hetzelfde standaard-I.U.S. adopteert.
7. De importeurs zouden een ernstige beoordelingsfout maken als zij denken dat automatisering een zaak van de LMB's alleen is.
Zij dienen gezamenlijk kondities te scheppen waardoor de automatisering in de landbouwwerktuigenbranche doelmatig gericht wordt op een algehele efficiencyverbetering, minder verspilling en een betere dienstverlening aan de werktuig-gebruikers.



HOOFDSTUK 5

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN

Een geval-studie bij een personenwagen organisatie

5.1 INLEIDING

Het percentage inkoerant in een I.V.V.-systeem kan men beschouwen als een graadmeter voor de kwaliteit van het voorraadbeheer op lange termijn. Immers, onevenwichtige inkoop leidt enerzijds tot tekorten, die op korte termijn kosten en ongemak veroorzaken, anderzijds tot overschotten die op lange termijn een kostbare ballast vormen.

In het voorgaande is een aantal oorzaken aangewezen die in een handmatige administratie tot onevenwichtig inkopen kunnen leiden. Om na te gaan of automatisering daarin verbetering zou kunnen brengen is een geautomatiseerd voorraadbeheerssysteem voor personenwagen-onderdelen nader onderzocht. Daarin is bekeken:

1. hoe de ervaringen zijn in de praktijk;
2. welke fouten er mee gemaakt worden;
3. in hoeverre daar inkoerantvorming plaatsvindt;
4. of dit systeem een oplossing zou kunnen bieden voor de landbouwmechanisatie-sektor.

In het bestudeerde systeem zijn de bestanden van een aantal dealers opgebouwd in de computer van de importeur. De dealers leveren hun mutaties aan op formulieren die een keer per maand verwerkt worden, waarna ze een bijgevoegd voorraadoverzicht krijgen. Er wordt een verbruikssnelheid geregistreerd op grond waarvan een besteladvies berekend wordt. Zodoende worden te bestellen artikelen tijdig gesignaleerd, zodat een regelmatige onderdelenvoorziening gewaarborgd is.

Het besteladvies kan echter wel bijgesteld worden door de inkoper/magazijnmeester bij de dealer en tevens kunnen tussentijdse- of spoedbestellingen gedaan worden.

Dit systeem kan gekenmerkt worden als 'batch-verwerking bij de importeur'.

Onderzoek

De reden dat dit onderzoek in de personenwagen branche uitgevoerd werd, ligt in het feit dat de P.W.-dealers geautomatiseerd zijn door de importeur, wat

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN

INLEIDING

bij de LM-branchen nog niet mogelijk was.

Bij Importeur X is een reeks computerprogramma's ontwikkeld, waarmee de voorraad- en afnamegegevens van de dealers vergeleken worden met die van de importeur. Met het beschikbare automatisatiesysteem was het namelijk mogelijk om vrij nauwkeurig en snel de inkoerantsituatie van een groot aantal dealers te berekenen. Het resultaat is een gedateerd overzicht waarin per artikel en per artikelgroep aangegeven wordt in welke mate overtollige voorraden bij dealers op dat moment nog koerant zijn bij de importeur. Veel van de gesignaleerde effecten zullen ook van toepassing zijn op de landbouwwerktuigensektor, wanneer daar automatisering wordt toegepast.

5.2 SYSTEEM 'COMPUTERVERWERKING VOORRADEN DEALERS' (CVD)

Het systeem CVD is in het begin van de jaren zeventig ontworpen ten behoeve van de personenwagendealers van Importeur X. Men wilde hiermee in hoofdzaak twee dingen bereiken:

1. Betere bevoorrading van de dealers voor onderdelen die ze regelmatig nodig hebben.
2. De bestellingen naar het Centraal Magazijn (C.M.) regelmatig laten verlopen.

Het inkoopgedrag van de dealers voor de invoering van CVD kenmerkte zich door:

- onregelmatigheid;
- veel spoedorders;
- spoedorders voor koerante artikelen;
- geen coördinatie tussen besteltijdstippen van verschillende dealers.

Door dit laatste zat de importeur met een overcapaciteit aan personeel om de piekbelastingen het hoofd te kunnen bieden, terwijl de dealers zich gingen 'indekken' tegen de steeds wisselende levertijden.

Door de introductie van het CVD-systeem werden de bestellingen regelmatig, omdat:

- iedere dealer vaste tijdstippen toegewezen kreeg om periodieke orders in te dienen;
- iedere dealer het besteladvies als leidraad kan hanteren, hetgeen veel minder werk vereist dan zelf telkens het magazijn of de kaartenbak te inspecteren en alle gegevens op te schrijven; hierdoor alleen al nam het aantal spoedorders drastisch af;
- de orders minder fouten bevatten: het besteladvies bevat de korrekte artikelkoderingen welke overgenomen worden op de paklijst voor het C.M.; daarop staan tevens de juiste klant-gegevens vermeld, inclusief de lokaties in het dealermagazijn.

De administratie bij de importeur verloopt ook aanzienlijk efficiënter, omdat de definitieve besteladviezen ook de afname van het C.M. vormen, zodat zonder enige tussenkomst van mensen, in een programma de voorraad van het C.M. afgeboekt wordt en bij de dealer bijgeboekt.

Wanneer de besteladviezen konform opgevolgd worden, zijn de handelingen voor het bestel- en uitleverproces teruggebracht tot tussentijdse- of spoedorders en de wijzigingen op het besteladvies. De dealer krijgt tezamen met de goederezenzending de paklijst en zo mogelijk de faktuur mee. Daarop staat het aantal geleverd, het aantal in backorder en de lokatie bij de dealer, zodat de artikelen direkt opgeborgen kunnen worden. De ontvangstkontrole is zo

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
SYSTEEM 'COMPUTERVERWERKING VOORRADEN DEALERS' (CVD)

eenvoudig dat die bijna gelijktijdig met het opbergen plaatsvindt. Dit betreft dus de doorkoppeling van de voorraad- en afname-informatie (vlottende gegevens). Daarnaast kunnen ook de prijzen (vaste gegevens) automatisch gewijzigd worden. Wanneer de importeur een nieuwe prijslijst heeft samengesteld, worden niet alleen alle eigen artikelprijzen gemuteerd, maar ook die van alle herkenbare eigen artikelnummers in de CVD-bestanden van de dealers.

Nummerwijzigingen van de importeur werden niet volgens een vaste procedure gemuteerd op de CVD-artikelen. De dealers kregen wel regelmatig overzichten van gewijzigde nummers, waarmee ze zelf een mutatieformulier konden invullen om het oude nummer op 'vervallen' te zetten en het nieuwe nummer in te voeren. Daarbij konden ze zelf beslissen om de afnamesnelheid van het oude nummer over te nemen naar het nieuwe, omdat na een technische verbetering het nieuwe artikel minder afname kan gaan vertonen.

De nummerwijzigingen werden vaak niet doorgevoerd, omdat de importeur de vervallen nummers aanvankelijk nog ca. 2 jaar in het bestand houdt, zodat aanvragen op het oude nummer automatisch doorverwezen worden naar het nieuwe. Wanneer de importeur echter het oude nummer verwijdert, kunnen aanvragen op oude nummers niet meer bediend worden.

Vanwege de duidelijke voordelen van het CVD-systeem voor de importeur kan deze relatief lage tarieven berekenen voor de verwerking. Zo werden de ontwikkelingskosten niet meegerekend, evenmin als een aantal indirecte personele kosten. De lage prijs voor de batchverwerking maakte het mogelijk om een voldoende aantal dealers over de drempel te helpen om met CVD te starten. Desalniettemin waren er begin 1980 nog maar ca. 65 van de ca. 250 dealers aangesloten. Vanwege de sterk stijgende kapitaalkosten (die een beter voorraadbeheer noodzakelijk maakten) vond er in de loop van 1980 een sterke uitbreiding van dit aantal plaats, zodat er medio 1981 ca. 120 op het CVD-systeem aangesloten waren. Inmiddels ervoeren vooral de grotere dealers de achterstand van de voorraadgegevens als een nadeel van batch-verwerking, welke veroorzaakt wordt door:

- a. het maandelijks muteren van de vlottende artikelgegevens;
- b. de vertragingen door data-entry, verwerking, opsturen van de voorraad-overzichten.

Dit zou ondervangen kunnen worden volgens twee mogelijkheden:

- a. installatie van een beeldscherm bij de dealer met een telefoonverbinding naar de computer van de importeur;
- b. installatie van een minicomputer bij de dealer waar zijn eigen voorraadbestand (geheel of gedeeltelijk) in ondergebracht wordt, zodat hij zijn eigen voorraadmutaties onder programmakontrolle kan aanbrengen. De mutaties en bestellingen zouden dan per diskette of per telefoonlijn naar de importeurscomputer overgebracht worden.

Gezien de ongunstige verhouding tussen extra kosten en extra voordelen, zijn beide opties slechts in beperkte mate gerealiseerd.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN OORZAKEN VAN INKOERANTVORMING

5.3 OORZAKEN VAN INKOERANTVORMING

Uit gesprekken met dealers, vertegenwoordigers, systeembegeleiders en systeemanalisten werd geanalyseerd waarom inkoerante voorraad ontstaat in een geautomatiseerd voorraadstelsel. Ten aanzien van de inkoerantvorming leefden er een paar hypothesen die ongeveer hier op neerkwamen:

- A. Dealers die zich houden aan de besteladviezen kunnen geen inkoerant ontwikkelen.
- B. Wat inkoerant is bij de dealers is ook inkoerant bij de importeur.

Hypothese A

Deze uitspraak is gebaseerd op jarenlange ervaring met dealers en hun bestelgewoonten. Het basisprincipe daarvoor is, dat geadviseerd wordt om artikelen met een dealeromzet beneden een bepaald nivo (ca. 4 per jaar voor P.W.) niet op voorraad te bestellen. Daardoor blijft er een redelijk koerant pakket over waarvan men bij aflopende vraag de restvoorraad kan uitverkopen. Indien men ziet aankomen dat de vraag zal gaan aflopen (bijvoorbeeld door een aangekondigde nummerwijziging), kan men het besteladvies blokkeren door het artikel de kode 'uitverkoop' mee te geven. Het minder koerante deel van het totale pakket dient dan besteld te worden met tussentijdse orders, waarbij binnen 24 uur vanuit een steunpuntdealer of het C.M. geleverd kan worden. Dit principe geldt in grote lijnen ook voor de landbouwwerktuigen- sector, zij het dat daar, in verband met de hogere eisen aan de service, de voorraadnorm wat scherper gesteld wordt, op ca. 1 stuks verkoop per jaar.

Hypothese B

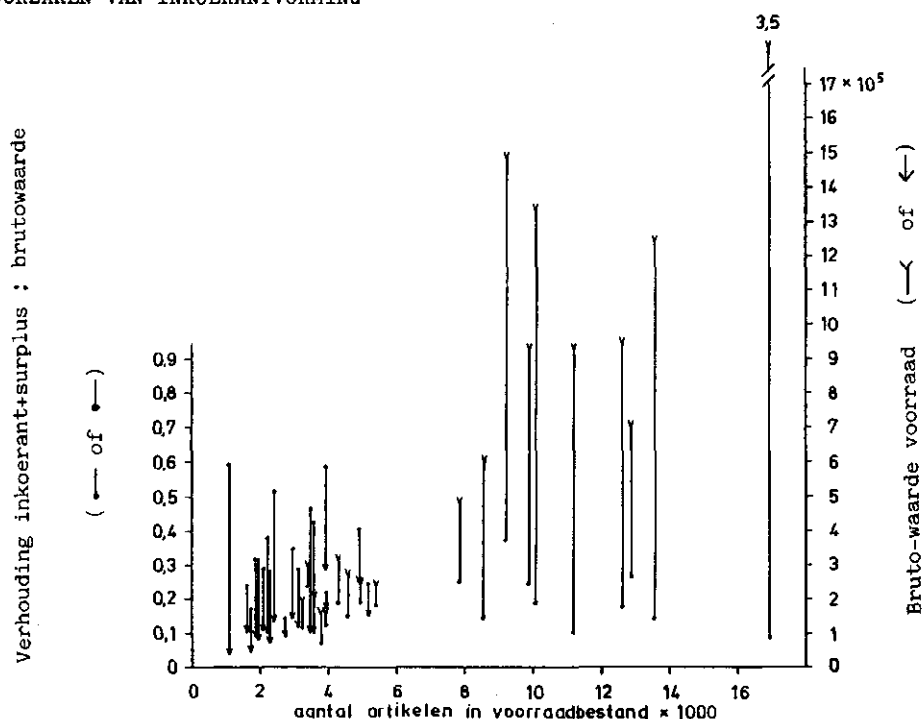
Ten aanzien van inkoerante voorraden bij dealers beschikte men dankzij CVD al over vrij nauwkeurige indikaties dat er een omvangrijk probleem lag. Men kon per dealer een (in-)koerantheidsoverzicht aanvragen waarop voor alle lokaties 1) afgedrukt staat waar surplus 2) of inkoerant 3) ligt.

Bij dealers die ruim een jaar met CVD gewerkt hebben komt aan het licht wat er aan inkoerant van voor de CVD-periode ligt. Als men zo'n inkoerante lokatie gaat vergelijken met de verkoop van dat artikel bij het C.M., dan blijkt het artikel daar ook vaak inkoerant te zijn. Omdat het in een aantal gevallen oude, verlopen artikelen betreft, komt hieruit waarschijnlijk de opvatting voort dat wat inkoerant is bij de dealer meestal ook inkoerant is bij het Centraal Magazijn.

Uit een totaaltelling van de koerantheids overzichten van maart 1980 is figuur 5.3.1. samengesteld, waaruit af te lezen is dat bij benadering

-
- 1. Lokatie is in dit verband een voorraad van een artikel bij een dealer.
 - 2. Surplus is de hoeveelheid voorraad op een lokatie die uitgaat boven de verwachte verkoop in een bepaalde periode, meestal 1 of 2 jaar.
 - 3. Inkoerant is de voorraad op een lokatie waar na de geregistreeerde datum van laatste verkoop 1 jaar of langer geen vraag naar geweest is.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
OORZAKEN VAN INKOERANTVORMING



Figuur 5.3.1. Inkoerant-situatie bij CVD-dealers.

Figure 5.3.1. Unsalable stocks of spare parts at car dealers.

15 - 40 % van de dealervoorraden uit inkoerant en surplus bestaat, terwijl er ook grote verschillen in de verdeling van 'teveel'-voorraad aangetroffen worden.

(Naast deze overtollige voorraden komen er veel lokaties voor in de tellingen, waar geen datum van laatste verkoop ingevuld is. Een deel daarvan is echte initial stocking, een groot deel heeft echter nog geen verkoop gehad omdat de betreffende dealer nog maar recent z'n voorraad ingebracht heeft in het CVD-systeem).

Afwijken van besteladvies.

De bedoeling van de besteladviezen is de besluitvorming bij de inkoop door de magazijnmeester te ondersteunen. Dat betekent dat hij het advies moet bijstellen wanneer dat op grond van zijn inzicht en ervaring nodig is. In dat bijstellen kunnen structurele fouten gemaakt worden:

- Er wordt te vaak en/of te rigoreus bijgesteld; hierdoor verliest het besteladvies zijn nut en krijgt men weer te maken met tekorten en overschotten zoals in een handmatig systeem.
- Er wordt nooit of te weinig bijgesteld; dit leidt meestal tot tekorten bij incidentele of exceptionele vraag.

Het werken met een geautomatiseerd bestelsysteem vereist discipline in het uitvoeren van mutaties. Deze zijn te onderscheiden in:

- voorraadmutaties (innamen, uitgaven);

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN OORZAKEN VAN INKOERANTVORMING

- bestandmutaties (artikelkenmerken als prijs, nummer, omschrijving, leverancier);
- stuurcodes en parameters.

Indien men onvolledig, foutief of onzorgvuldig te werk gaat bij de mutaties, of de regelmatige controle van de codes en parameters verwaarloost, gaat de kwaliteit van de besteladviezen achteruit. Hierdoor moet het aantal bijstellingen en correcties op het besteladvies toenemen. De gevolgen zijn dan vergelijkbaar met situatie a en b, maar de oorzaak ligt op een ander niveau dan in een handmatig systeem.

Hieronder worden enkele voorbeelden van fouten gegeven die in een geautomatiseerd bestelsysteem kunnen voorkomen.

1. Systeem- en administratiefouten:
 - a. programmafouten;
 - b. boekingsfouten;
 - c. parameterfouten;
 - d. aanloopeffecten;
2. Beoordelings effecten in het bijstellen van het besteladvies:
 - a. te snel reageren op nee-verkoop na incidentele vraag;
 - b. voorraadartikelen en niet-voorraadartikelen;
 - c. snelle voorraadreductie.

Toelichting bij deze elementen in de inkoopbeslissing:

- ad 1a. Het komt sporadisch nog wel eens voor dat er fouten zitten in de verwerkingsprogramma's, waardoor voorspelling, bestelling of voorraadgegevens verkeerd uitvallen, maar dit zijn kinderziekten die opvallen en na het beginstadium verholpen zijn.
- ad 1b. Wanneer er voorraadverschillen gekonstateerd worden is dat bijna altijd het gevolg van boekingsfouten. Voorbeelden van boekingsfouten zijn o.a.:
- wanneer een binnenkomende bestelling per abuis niet of niet goed bijgeboekt wordt klopt het voorraadaantal of het aantal in bestelling niet meer, met alle gevolgen van dien (overigens wordt juist deze fout drastisch verminderd door de automatische doorkoppeling);
 - wanneer verkopen niet genoteerd worden ontstaan voorraadverschillen die resulteren in een te laat besteladvies;
 - er kunnen data-entry fouten gemaakt worden (door controle technieken nog sporadisch).
- ad 1c. Een voorbeeld van een parameterfout is het volgende:
Bij de inbreng van een voorraadartikel wordt de gemiddelde maandafname in het eerste jaar berekend uit de geregistreerde afname in dat jaar gedeeld door het aantal maanden na de datum van inbreng.
Bij de opbouw van een nieuw dealerbestand beschikt men af en toe over afnamegegevens uit de handadministratie. Om sneller een betrouwbare voorspelling te bereiken werden bij een bepaald bedrijf deze cijfers ingevoerd. Alle besteladviezen bleken vervolgens veel te hoog uit te komen omdat de voorspeller de geregistreerde historische afname beschouwt als zijnde opgebouwd vanaf de datum van inbreng.
Men stond toen voor de keuze: of alle ingebrachte gegevens weer uit te wissen via een noodprocedure, of alle datums van inbreng te wijzigen (hiervoor was een programma-wijziging nodig), of twee jaar lang alle besteladviezen corrigeren.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN OORZAKEN VAN INKOERANTVORMING

- ad 1d. Bij het aanleggen van een startvoorraad is het vaak een kwestie van schatten uit ervaring om te beoordelen welke onderdelen verbruikt zullen gaan worden. Veel van de inkoerante voorraad is terug te voeren op deze initial-stocking. Wanneer de inkoerantberekening nieuwe artikelen aanwijst die ruim een jaar onverkocht liggen, voert men aan dat deze nog afgenomen zullen worden wanneer het nieuwe type enige tijd op de markt is. In veel gevallen moet het echter mogelijk zijn te wachten met inkopen tot de vraag naar onderdelen werkelijk begint te lopen.
- ad 2a. Incidentele of exceptionele afname wordt in het geautomatiseerde systeem gewogen meegeteld in de voorspelprocedure. Het is altijd moeilijk om na enkele exceptionele verkopen aan te geven of het gaat om een voorbijgaand incident of dat het aanzet is tot een systematische trend. Voor niet-voorraadartikelen is exceptionele vraag riskant, want juist in die categorie zijn enkele aanvragen na elkaar (met telkens nee-verkoop en spoedorder) al gauw aanleiding om daarvan een voorraad aan te leggen.
- ad 2b. Het op voorraad nemen van onderdelen in een geautomatiseerde voorraadadministratie hangt samen met het al of niet opnemen als bestandsartikel. Wanneer een niet-bestands artikel enkele keren in een jaar verkocht wordt, moet het wel als bestands artikel opgenomen worden om zodoende een afnamecijfer op te bouwen. Vaak gebeurt dat vanuit het geheugen van de inkoper, maar zoiets kan makkelijk aan zijn aandacht ontsnappen.
- Het op voorraad nemen van onderdelen met laag verbruik (ca. $D < 4$ per jaar) ligt bij de werktuigen kritischer dan bij de personenwagens en hangt vaak samen met de nabijheid van een steunpunt of het Centraal Magazijn.
- ad 2c. De ervaring bij de personenwagens leert dat hoe meer er van het automatische besteladvies afgeweken wordt, des te meer inkoerant er na verloop van tijd ontstaat. Afwijken naar beneden leidt ook tot overbevoorrading. Dit is hetzelfde effect als genoemd bij 'menselijke misrekeningen' in hoofdstuk 4.2.: wanneer er plotseling bezuinigd moet worden, gaat dat ten koste van de koerante delen; dit wordt later ingehaald met extra (spoed-)bestellingen.

Zodoende is een geautomatiseerd systeem geen garantie voor een optimaal voorraadbeleid; ook hier leidt onevenwichtig inkoopgedrag bijna altijd tot tekorten enerzijds en overbevoorrading anderzijds. Wat uiteindelijk overblijft zijn altijd de inkoerante voorraden, want ieder tekort lost na enige tijd vanzelf op.

Door samenloop van al deze vormen van beoordelingsfouten en incidentele misers bij een groot aantal dealerbedrijven tezamen, ontstaat na verloop van jaren een ongedefinieerde achtergrondvoorraad van inkoerant materiaal.

De vraag hoe groot die voorraad is en in hoeverre die nog te benutten is, vormt de aanleiding voor het hierna beschreven onderzoek.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
GEBRUIKSMOGELIJKHEDEN CENTRAAL VOORRAADBEHEER

5.4 GEBRUIKSMOGELIJKHEDEN CENTRAAL VOORRAADBEHEER

5.4.1 Voorraadvergelijking

Het CVD-management had de mogelijkheid om via een beeldscherm de voorraadgegevens van CVD-artikelen op te vragen.

Daarmee werden onder meer de volgende gegevens zichtbaar:

- de dealers waar het artikel aanwezig is;
- de aanwezige voorraad;
- de afnamesnelheid;
- artikelstatus (al dan niet in bestelling, in nalevering, etc.);
- coderingen zoals 'uitverkoop' of 'uitwisselbaar inkoerant';
- de voorraad, prijs en artikelstatus bij de importeur;

De voor dit scherm benodigde gegevens waren opgeslagen in een bestand, dat na iedere CVD-mutatierun werd bijgewerkt. Hierin werd dus al een verbinding tot stand gebracht tussen de voorraden en afnamen van importeur enerzijds en dealers anderzijds. De verkoopafdeling maakte regelmatig gebruik van dit scherm om onderdelen die niet direkt door het C.M. geleverd konden worden bij een andere dealer terug te halen en door te verkopen aan de aanvrager. In feite kwam hierdoor slechts een topje van de ijsberg boven water van alles wat potentieel uitwisselbaar was. Dit had een aantal oorzaken:

- op het scherm 'voorraadvergelijking' werden alleen artikelen zichtbaar van dealers die toestemming hadden gegeven voor het gebruiken van hun voorraadgegevens;
- periodieke orders via het besteladvies die niet (volledig) uitgeleverd konden worden, werden automatisch in backorder gezet, waardoor de verkopers er, in tegenstelling tot telefonische orders, niet op geattendeerd werden;
- de voorraden van niet-CVD-dealers vielen er uiteraard helemaal buiten.

De inkoopafdeling daarentegen was gekant tegen een structureel gebruik van deze informatie bij de inkoopbeslissing, omdat zij dan de controle over de geleverde goederen zouden verliezen.

Op grond van de situatie waarin een groot aantal dealer-voorraad-bestanden zich tezamen met het importeursbestand in een computer bevinden, zou het mogelijk moeten zijn om voorraden en behoeften beter op elkaar af te stemmen door:

- a. informatie over inkoerante voorraden in verband te brengen met openstaande behoefte;
- b. verbetering van de voorspelling door snellere trend-signalering.

5.4.2 Afstemming vraag en aanbod

Een artikel werd automatisch op 'uitwisselbaar inkoerant' gezet wanneer er na 3 a 4 jaar geen enkele verkoop op geweest was; dit kon ook eerder gebeuren als de dealer daar opdracht toe zou geven, maar dat gebeurde in de praktijk zeer weinig. Blijkbaar was dat een extra handeling waar veel magazijnmeesters het nut niet van inzagen of het niet begrepen.

In het kader van dit onderzoek is nog voorgesteld artikelen op de backorder-

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN GEBRUIKSMOGELIJKHEDEN CENTRAAL VOORRAADBEHEER

lijst te voorzien van een indicatie (bijvoorbeeld een sterretje) wanneer dat artikel in het voorraad-vergelijkingbestand voorkwam. Het was voor de verkopers te bewerkelijk om de hele backorderlijst via het beeldscherm te checken op CVD. Met een speciale indicatie zou dat evenwel trefzeker kunnen gebeuren, waardoor het aantal backorders gereduceerd zou kunnen worden door uitwisselingen. Hoewel de verkoopafdeling hier positief tegenover stond, kon deze programma-aanpassing wegens tijdgebrek niet verder uitgewerkt worden.

Een stap verder zou zijn om alle CVD-lokaties zichtbaar te maken. Dan kan in een willekeurige tekort-situatie overal in den lande bekeken worden waar voorraden (koerant of inkoerant) aanwezig zijn, waardoor men van geval tot geval tot een afweging van kosten en service kan komen. Indien deze optie gekombineerd zou worden met beeldschermen bij de dealers, zou dat onderlinge uitwisselingen mogelijk maken zonder tussenkomst van de importeur. Dit leidt dan wel tot een aanzienlijk zwaardere belasting van het systeem.

Microfiches

Er bestond bij dit bedrijf een uitwisselingssysteem op microfiche voor uitwisselbaar inkoerant, waarbij periodiek (+ 3-maandelijks) een microfiche samengesteld werd met alle uitwisselbaar inkoerante lokaties. Hoewel deze microfiches aan alle dealers werden rondgestuurd, was de ervaring dat daar weinig gebruik van werd gemaakt. Dit had twee oorzaken:

- de dealer richt zich altijd in eerste instantie tot de importeur, waar de verkoper snel via beeldscherm de voorraad kan opvragen en eerst de eigen voorraad van de importeur verkoopt.
- deze artikelen zijn doorgaans echt inkoerant, zodat er weinig animo voor bestaat; anderzijds staan oude artikelen waar wel belangstelling voor is er vaak niet op.

Zodoende zakt de belangstelling voor dit medium snel weg.

Hieruit blijkt dat men een actief beleid moet voeren om overtollige voorraden in te kunnen zetten voor het voorzien in bestaande behoefte.

5.4.3 Verbetering van de voorspelling.

Bij de importeur bestond behoefte aan een betere voorspelling van de afnamen. Vooral wijzigingen in een gelijkmatig patroon veroorzaakten problemen. Dit kwam onder andere tot uiting in de eerste bevoorradings (initial stocking) die men soms al twee jaar voor de eerste verkoop klaarlegde en waarvan een aanzienlijk deel nooit verkocht werd.

Men baseerde de voorspellingen op de afnamen bij het C.M., maar tussen een afname bij het C.M. en een werkelijk verbruik zit in veel gevallen een stuk voorraadvorming bij de dealer, dat alleen bij toepassing van CVD aan het licht komt.

In het kader van dit onderzoek is voorgesteld de aktuele verkopen bij de dealers te gebruiken voor trend-signalering. Dat was mogelijk omdat de verkoopmutaties van lokaties met voorraad eerder binnenkomen dan de inkopen van die dealers bij het C.M. Wanneer dealers om welke reden dan ook teveel zouden bestellen, zou het C.M. daar niet op hoeven te reageren met een verhoogde verkoopprognose wanneer dat niet gestaafd zou worden door de aktuele verkopen.

Het aanvankelijke bezwaar hiertegen dat men slechts over de verkoopgegevens

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN GEBRUIKSMOGELIJKHEDEN CENTRAAL VOORRAADBEHEER

van een beperkt aantal dealers beschikt, kan ondervangen worden door de CVD-verkopen niet als 100 % leidraad te nemen, maar de wijzigingen in het afnamenivo per artikel in de vorm van een trend-cijfer te signaleren, waarmee de voorspelling bijgestuurd kan worden. Het programmeren van zo'n berekening zou tamelijk complex worden en qua systeem-belasting zou het een verzwarend betekenen.

Men was het er wel mee eens dat dit een verbetering zou brengen voor die gevallen waar men nu vaak te laat reageert op aflopende of toenemende vraag. Gezien het aanmerkelijke programmeerwerk zou echter eerst een schatting gemaakt moeten worden van het te realiseren effect in de praktijk. Het maken van een realistisch testprogramma daarvoor zou bijna net zo moeilijk zijn als het werkelijk benodigde programma.

Een andere overweging die het effect van zo'n trend-indikatie zou afzwakken was dat wanneer er op ruimere schaal gebruik gemaakt zou worden van onderlinge uitwisseling het versluierende effect van (overtollige) dealervoorraden verminderd zou worden, waardoor de afname bij het C.M. beter in de richting van het werkelijk verbruik zou komen, en bovendien een trendwijziging beter opgevangen kan worden.

Aangezien in dit bedrijf meer belangstelling getoond werd voor uitwisseling, werd besloten de potentiële mogelijkheden hiervoor te onderzoeken. Als basisgegevens werden daarvoor gebruikt het artikelbestand personenwagens van de importeur en het CVD-artikelbestand.

5.5 BESPREKING TELLINGEN EERSTE PROGRAMMA (PROG 1)

5.5.1 Inleiding

Naar analogie van de gegevenskombinaties op het scherm 'voorraadvergelijking' en gebruik makend van het hiervoor opgebouwde bestand, is een programma ontwikkeld, waarmee twee aspecten onderzocht konden worden:

- a. hoeveel inkoerant is er, volgens verschillende criteria (omvang van het probleem);
- b. in hoeverre zijn inkoerante dealervoorraden bij andere dealers en bij het Centraal Magazijn nog gangbaar (omvang van de oplossing).

Voor het kwantificeren van bovengenoemde probleemstelling is een subsysteem op de computer van importeur X ontwikkeld, dat uit twee hoofdprogramma's bestaat:

- PROG 1 : samenvoegen CVD-lokaties en C.M.-artikelgegevens; tevens een algemene telling.
- PROG 2 : samenstellen van diverse varianten van het overzicht "maximaal uitwisselbaar".

Deze programma's zijn beschreven in bijlage A.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING TELLINGEN EERSTE PROGRAMMA (PROG 1)

5.5.2 Algemene gegevens

De algemene gegevens van de overeenkomst tussen bestand-CVD en bestand-C.M. zijn weergegeven in tabel 5.5.1. (tellingen).

Tabel 5.5.1. BEREKENING INKOERANT-VOORRADEN IN CVD

Eerste slag: samenvoegen CVD-gegevens met artikelgegevens van Centraal Magazijn. (Rundatum: 19-5-81).

Algemene telling

Input aantal artikel records	71.125	
aantal niet actief (vervallen, vervangen door)	21.300	

aantal actieve onderdelen-records	49.825	(100,0 %)
aantal artikelen niet in CVD	22.729	(45,6 %)

aantal artikelen wel in CVD	27.096	{ 54,4 %
		{100,0 %}
aantal artikelen potentieel uitwisselbaar	20.430	{ 40,8 %
		{ 75,6 %}

aantal artikelen niet uitwisselbaar	6.756	{ 13,6 %
		{ 24,4 %}

Input aantal CVD-lokaties *)	305.629	
aantal nieuwe lokaties (recent ingebracht)	81.324	

	224.305	
aantal in CVD maar vervallen in art. best.	25.100	

	199.205	
aantal lokaties van andere leveranciers	21.104	

aantal CVD-lokaties wel of niet uitwisselbaar	178.101	(100,0 %)
aantal CVD-lokaties potentieel uitwisselbaar	119.811	(67,3 %)

aantal CVD-lokaties niet uitwisselbaar	58.920	(32,7 %)

* Een CVDlokatie is een artikel bij een dealer.
Het grootste aantal dealers bij een artikel was 69.

Table 5.5.1. Calculation of surplus- and unsalable stock in CVD (stock control system for car dealers).

Ruim 54 % van de C.M.-artikelen is ook terug te vinden bij een of meer van de 69 CVD-dealers. Als men dit vergelijkt met de frekwentietelling van de verkoopsnelheid bij het C.M.-personenwagens (tabel 5.5.2), waaruit blijkt dat 47 % een verkoop van minstens 1 heeft, dan moet daaruit gekonkludeerd worden dat zodra er ergens een verkoop plaats vindt, dit artikel ook ergens op voorraad genomen wordt.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING TELLINGEN EERSTE PROGRAMMA (PROG 1)

Tabel 5.5.2. Frekwentieverdeling verkopen-vorig-jaar (1979)

- afdeling personenwagens
- afdeling landbouw
- alle afdelingen anders dan personenwagens

Onder- grens afname	Aantal artikelen met jaarafname boven ondergrens					
	afdeling personenwagens		afdeling landbouw		alle afdelingen behalve personenwagens	
	aantal- len	percen- tage	aantal- len	percen- tage	aantal- len	percen- tage
= 0	23.620	53,5	13.694	63,6	71.905	69,4
>= 0	44.282	100	21.533	100	103.639	100
>= 1	20.662	46,6	7.839	36,4	31.734	30,6
>= 2	16.534	37,3	5.770	26,8	22.967	22,2
>= 3	14.102	31,8	4.533	21,1	17.713	17,1
>= 7	10.144	22,9	2.701	12,5	10.432	10,1
>= 11	7.950	18,6	2.078	9,7	7.708	7,4
>= 21	5.971	13,7	1.313	6,1	4.779	4,6
>= 51	3.958	8,9	581	2,7	2.150	2,1
>= 101	2.680	6,1	299	1,4	1.053	1,0
>= 191	1.814	4,1	128	0,6	508	0,5

Table 5.5.2. Frequency count of last years' sales (1979). Sections: cars, agricultural mechanisation, all except cars.

Een andere verklaring zou kunnen zijn dat er veel 'initial stocking' naar de dealers gaat nog voordat er verkopen hebben plaatsgevonden. Als van die 'initial stocking' nieuwe artikelen op moment van telling in CVD voorkomen, zijn die wel meegeteld in de 27.096 artikelen voorkomend in CVD, maar daarbij wordt dan niets 'teveel' gekonstateerd (zie ook schema koerantheids-opbouw, figuur 5.5.1.). Er zijn dus wel nieuwe lokaties geteld, maar geen nieuwe artikelen.

Deze 54 % bestaat voor een deel uit de 'initial stocking' die dringend geadviseerd wordt door de importeur, en daarnaast uit de eigen keuze van de magazijnmeester. In beide gevallen wordt een onderdeel als voorraadartikel opgenomen zonder dat dit afgemeten wordt aan gerealiseerde afname op die lokatie.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING TELLINGEN EERSTE PROGRAMMA (PROG 1)

Figuur 5.5.1. Koerantheidsopbouw van voorraden onderdelen van 69 personenwagendealers (1980)

3,72 *)	nieuw in CVD	25,4 %	
0,76 *)	koerant	5,2 %	
4,70 *)	lokaties met surplus: voorraad-deel dat BINNEN 1 JAAR VERKOOPBAAR is	32,1 %	
1,51 *)			
0,56 *)	surplus !) 2 jaar 3,2 %	surplus 1 jaar 10,3 %	
2,27 *)			
0,73 *)	inkoerant !) 2 jaar 5 %	inkoerant 1 jaar 15,5 %	37,2 % (50,0 %)
0,59 *)	uitverkoop	4,0 %	
1,07 *)	uitwisselbaar inkoerant	7,3 %	

* Bedragen in miljoenen guldens.

Percentage tussen haakjes (50 %) is na weglating van 'nieuw'.

! Percentages van totaal. N.B.: ink-2 en sur-2 is ook ink-1 en sur-1

Figure 5.5.1. Distribution of unsalable, surplus- and marketable parts through stocks of 69 car dealers (1980).

Vergelijking van deze telling in tabel 5.5.2. met de afdeling landbouw (en andere afdelingen) laat zien dat bij landbouw de percentages weinig gangbare artikelen nog veel hoger zijn, hetgeen leidt tot de veronderstelling dat het overbevoorradsingsprobleem op dealernivo daar nog groter zal zijn.

Bij 75 % van de artikelen die in CVD voorkomen blijken lokaties met 'teveel' 1) voor te komen, waarvan we aannemen dat ze potentieel uitwisselbaar zijn.

Opmerkelijk is het aantal nieuw ingebrachte lokaties (81.324). Deze zijn

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING TELLINGEN EERSTE PROGRAMMA (PROG 1)

grotendeels afkomstig van ca. 20 nieuw aangesloten dealers, die nog geen jaar meedraaien.

Eveneens opmerkelijk zijn de 25.100 vervallen artikelen. Hoewel die niet in de vergelijking betrokken konden worden, zouden ze wel een rol kunnen spelen in de onderlinge uitwisseling.

Surplus.

De verhouding tussen koerante, inkoerante en surplus voorraden is getekend in figuur 5.5.1. De f 4,70 miljoen is dat gedeelte van de voorraden waarbij surplus is gekonstateerd, dat nog wel binnen een jaar verkoopbaar is. Vergelijk tabel 5.5.1. kolom 2:

$$f\ 10.137.583 - f\ 5.441.323 = f\ 4.696.260.$$

Van de f 14,6 miljoen totale voorraadwaarde blijkt f 5,4 miljoen of 37,2 % 'teveel' te zijn. Als men de nieuw ingebrachte artikelen niet meetelt (f 3,72 miljoen) blijkt zelfs nog 50 % 'teveel' te zijn. Dit is realistisch omdat aangenomen mag worden dat in de categorie 'nieuw' ook een hoeveelheid 'teveel' zit.

Van het 'ink.1' en 'sur.1' blijkt 32 % respectievelijk 37 % 'ink.2' en 'sur.2' te zijn.

Waardering van de inkoerant-situatie.

De bedragen in tabel 5.5.1. zijn in guldens bruto-verkoopprijs, waardoor ze hoger liggen dan de werkelijke voorraadwaarde. De werkelijke voorraadwaarde is nooit helemaal precies vast te stellen, omdat:

- a. inkopen worden gedaan tegen verschillende kortingen;
- b. de prijs waarvoor een (oud) artikel nu gewaardeerd wordt hoger is dan waarvoor het is ingekocht als gevolg van opeenvolgende prijsverhogingen;
- c. ieder jaar op de voorraad is afgeschreven.

De brutowaarden zijn in ieder geval vergelijkbaar, maar de berekende besparingen zijn lager dan de brutobedragen aangeven.

De hele berekening heeft betrekking op slechts een deel van de dealers, terwijl de CVD-organisatie zich snel uitbreidt.

1) 'Teveel' is surplus, inkoerant, uitverkoop of uitwisselbaar inkoerant.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING TELLINGEN EERSTE PROGRAMMA (PROG 1)

Tabel 5.5.3. Gemiddelde voorraadwaarde per lokatie in CVD (in guldens bruto verkoopprijs)

N.B.: de verschillende rubrieken worden niet op alle lokaties aangetroffen, zodat de gemiddelden over verschillende aantallen berekend zijn en niet opgeteld kunnen worden.

	GEMIDDELDE VOORRAADWAARDE PER LOKATIE	
	eigen artikelen	niet-eigen artikelen
uitwisselbaar inkoerant	38,61	66,80
uitverkoop	38,54	196,74
1 jaar inkoerant	42,52	54,39
1 jaar surplus	64,59	284,06
'teveel'	45,42	138,63
2 jaar inkoerant	40,94	41,55
2 jaar surplus	29,26	274,96
binnen 1 jr verkoopbaar	200,76	153,16
niet uitwisselbaar	12,96	61,27
nieuw in CVD	51,38	137,17
met kode 'eigen-art.'	x	23,00
gemiddelde voorraad- waarde alle lokaties	58,44	83,83

Table 5.5.3. Average stock value per warehouse location in CVD.
(Dfl gross sales price). Averages can not be added, as they have been computed from different numbers of locations.

5.5.3 Voorraadwaarde niet-eigen artikelen

Als we uit tabel 5.5.1. de voorraadwaarde per lokatie berekenen (tabel 5.5.3.) dan vallen enkele dingen op:

- in de eigen artikelen 1) in CVD schieten de twee koerante posten er uit; het binnen een jaar verkoopbare deel van het surplus (f 200,-) en het koerante, niet uitwisselbare deel (f 13,-). Het eerste bedrag is hoog omdat daar altijd een jaarvoorraad per lokatie ligt; het tweede is opmerkelijk laag, waarschijnlijk omdat daar veel nulvoorraad tussen zit.
- Van de niet-eigen artikelen ligt de voorraad over de hele linie beduidend hoger. Dit zou veroorzaakt kunnen worden door de hogere prijs van deze onderdelen, hetgeen onwaarschijnlijk is, want het betreft grotendeels accessoires. Een andere verklaring is dat deze minder doordacht ingekocht worden, hetgeen hoofdzakelijk twee oorzaken kan hebben:
 - a. andere leveranciers leveren minder betrouwbaar dan de eigen importeur, waardoor men zich moet indekken;

1) Eigen artikelen in CVD behoren tot het assortiment van importeur X.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING TELLINGEN EERSTE PROGRAMMA (PROG 1)

- b. de inkoop en levering volgens het besteladvies van de automatische CVD-procedure geschiedt gelijkmatiger en sneller dan de niet automatische procedure van de andere leveranciers, waardoor er beter gebalanceerd bevoorraadt wordt.

5.6 BESPREKING OVERZICHTEN TWEEDE PROGRAMMA (PROG 2)

5.6.1 Gegevensindeling

De gegevens van de eigen CVD-artikelen worden in PROG 1 weggeschreven in een bestand met telkens een record voor ieder artikel waar 'teveel' gekonstateerd is. Dit bestand wordt omgesorteerd op volgorde van artikelgroepverdeling en artikelnummer.

In PROG 2 wordt per artikel een regel afgedrukt waarin de vier posten 'teveel' uitgesplitst staan en tevens wordt dat vergeleken met wat er bestelling is bij het Centraal Magazijn en/of in nalevering voor de dealers (zie bijlage A figuur a., b. en c.).

Groepsverdeling.

De onderdelen van personenwagens zijn volgens verschillende criteria in groepen verdeeld (Type-kode, Soort-artikel-groep, Inkoop-groep, Groep-1, Groep-2). 'Groep-1' leek de meest zinvolle onderverdeling.

Bij het uitdraaien van de lijst bleek echter dat van de 20.300 artikelen er ca. 17.000 in groep-1 = 0 zaten en ca. 3.300 in groep-1 = 1 t/m 50. Omdat het programma nog in de test-omgeving draaide, waar niet met grote bestanden gewerkt kon worden, is een tussenbestand zonder groep-1 = 0 gemaakt van waaraf alle opties doorgerekend zijn. Aan het eind van iedere artikelgroep wordt een totaalstelling gegeven met:

- het totaal van vier posten 'teveel' in die groep (brutowaarde);
- het gemiddeld aantal weken verkoop bij het C.M. dat daarmee gemoeid is;
- het deel 'teveel' waarbij in het C.M. de afname nul is;
- de dekking van het totaal in nalevering door de vier posten 'teveel';
- de dekking van het totaal in bestelling bij C.M. door de vier posten 'teveel';
- de dekking van wat zowel in bestelling als in nalevering is door de vier posten 'teveel'.

Daarbij zijn d, e en f exclusief, dus van het 'teveel' wordt eerst de dekking van in-nalevering afgetrokken en dan de dekking van in-bestelling. Ook de verdeling van de posten 'teveel' (vertikaal) over de kolommen d, e en f (horizontaal) is exclusief: bij het berekenen van de dekking wordt de post uit-ink steeds eerst genomen, van wat er overblijft wordt de dekking door uitv. genomen enz. Zodoende is niet al het sur.1 en ink.1 in de dekking verwerkt.

De bedoeling van deze kolommen is:

- vergelijking van de groepen onderling en verloop van 'teveel' in de tijd;
- de verkoopsnelheid bij het C.M. geeft aan hoe koerant deze groep artikelen met 'teveel' nog is;
- aandeel met nul-afname bij het C.M. geeft aan in hoeverre het helemaal

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING OVERZICHTEN TWEEDE PROGRAMMA (PROG 2)

- inkoerant is;
- d) dekking van nalevering geeft aan wat er op dat moment direkt gebruikt kan worden om wachtende gebruikers (dealers) te bedienen;
 - e) dekking van in-bestelling geeft aan wat het C.M. op dat moment had kunnen terugnemen uit de dealerorganisatie;
 - f) dekking van nalevering en in-bestelling geeft aan wat er uit het 'teveel' ingezet kan worden om probleemgevallen met wachtende gebruikers (dealers) op te lossen.

Uit b) en c) blijkt dat per post 'teveel' (binnen een artikelgroep) zowel bij het C.M. gangbare als bij het C.M. niet-gangbare artikelen kunnen voorkomen. Doordat de lijst in groepen is opgedeeld, kan een eventueel oorzakelijk verband tussen artikelsoort en inkoerantheid of uitwisselbaarheid gevonden worden.

5.6.2 Besturingsmogelijkheden

Om het overzicht hanteerbaar te maken kan de hoeveelheid afgedrukte informatie vanuit PROG 2 gereduceerd worden door het weglaten van deelverzamelingen. Men krijgt naar keuze afdruk van:

- 1. alle 20.340 potentieel uitwisselbare artikelen (volledig overzicht);
- 2. alleen die artikelen met openstaande bestelling bij het C.M.;
- 3. alleen die artikelen waar iets in nalevering (naar dealers) staat;
- 4. alleen die artikelen waar iets in bestelling en in nalevering staat.
- 5. alleen de totaal-tellingen per groep (14 pagina's).

Omdat er doorgaans hoofdzakelijk twee argumenten tegen uitwisseling aangevoerd worden - geringe prijs en/of geringe ouderdom - zijn de uitkomsten naar die gezichtspunten verder genuanceerd:

Berekeningsopties.

- 6. In plaats van surplus boven 1 jaar en meer dan 1 jaar inkoerant (sur.1 en ink.1) worden respectievelijk surplus boven 2 jaar en meer dan 2 jaar inkoerant (sur.2 en ink.2) bij het 'teveel' gerekend;
- 7. Alleen artikelen met bruto-verkoopprijs boven een bepaalde minimumprijs worden meegeteld.

Diverse combinaties van besturings- en berekenings-opties zijn mogelijk, wat het programma geschikt maakt voor operationeel gebruik.

Tijd-afhankelijkheid van het overzicht.

Omdat in-nalevering en in-bestelling snel verlopende posten zijn in vergelijking met het 'teveel', is dit overzicht telkens een momentopname. Wanneer deze lijst maandelijks gedraaid wordt zouden de bestelgegevens van de CVD-dealers, die een bestelcyclus van vier weken hebben, telkens grotendeels vernieuwd zijn, met uitzondering van:

- artikelen die frekwent besteld worden, zodat ze telkens in-bestelling gesignaleerd worden;
- artikelen die lang in bestelling of in nalevering blijven hangen;

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING OVERZICHTEN TWEEDE PROGRAMMA (PROG 2)

Alleen artikel-groep-1=0

'TEVEEL' bij dealers		DEKKING VAN 'TEVEEL' DOOR in-bestelling bij dealers Centr.Mag. Dirs+C.M.			
Uitwisselbaar ink.	697.693	5.594	50.788	5.022	RUN-4 (81.05.16)
Uitverkoop	334.825	6.453	53.323	6.262	
> 1 jaar inkoerant	1.350.534	24.576	242.099	23.645	
Surplus > 1 jaar	956.961	16.023	186.122	15.214	
TOTAAL	3.339.959	52.646	532.332	50.143	
Uitwisselbaar ink.	702.765	5.823	43.610	4.916	RUN-1 (81.04.10)
Uitverkoop	337.163	4.627	50.507	4.423	
> 1 jaar inkoerant	1.297.830	24.373	200.328	23.525	
Surplus > 1 jaar	981.781	15.737	177.672	15.023	
TOTAAL	3.319.539	50.560	472.117	47.887	
Uitwisselbaar ink.	596.556	5.119	39.020	4.328	RUN-2 (81.04.10)
Uitverkoop	302.978	4.083	47.144	3.898	
> 1 jaar inkoerant	1.113.554	22.340	180.052	21.632	
Surplus > 1 jaar	896.345	14.312	153.477	13.597	
TOTAAL	2.882.433	45.854	419.693	43.455	
Uitwisselbaar ink.	596.556	5.119	39.020	4.328	RUN-3 (81.04.10)
Uitverkoop	302.978	4.083	47.144	3.898	
> 2 jaar inkoerant	378.223	5.130	45.629	5.029	
Surplus > 2 jaar	317.500	8.691	61.809	7.951	
TOTAAL	1.595.257	23.023	193.602	21.206	

Tabel 5.6.1. Overzicht maximaal uitwisselbaar CVD-dealers.

Kolommen 3,4,5 geven aan wat van het 'teveel' bij de dealers overeen komt met uitstaande bestellingen en/of backorders.

Alleen artikel-groep-1=0.

RUN-4 : 16891 artikelen, 69 dealers, geen restrikties.

RUN-1 : 16891 artikelen, 68 dealers, geen restrikties.

RUN-2 : 8198 artikelen, 67 dealers, minimum-prijs=f 10,-

RUN-3 : 8198 artikelen, 67 dealers, min.prijs=f 10,- , ink.norm=2 jaar.

Table 5.6.1. Survey of maximum exchange capability of car-dealer network.

Columns 3,4,5 show the part of the dealers' surplus that complies with out-standing orders and/or backorders. Only article-group 0.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING OVERZICHTEN TWEEDE PROGRAMMA (PROG 2)

Alle artikel-groepen

'TEVEEL' bij dealers		DEKKING VAN 'TEVEEL' DOOR in-bestelling bij dealers Centr.Mag. Dlrs+C.M.			
Uitwisselbaar ink.	1.071.919	8.341	80.361	7.762	RUN-4 (81.05.16)
Uitverkoop	587.885	12.264	167.296	12.040	
> 1 jaar inkoerant	2.250.700	45.326	469.436	43.796	
Surplus > 1 jaar	1.510.820	32.720	372.122	31.792	
TOTAAL	5.441.324	98.651	1.089.864	95.390	
Uitwisselbaar ink.	1.082.311	8.480	72.771	7.460	RUN-1 (81.04.10)
Uitverkoop	591.151	13.426	137.127	13.061	
> 1 jaar inkoerant	2.190.255	47.373	378.328	45.595	
Surplus > 1 jaar	1.545.964	31.475	331.248	30.529	
TOTAAL	5.409.681	100.965	928.177	96.645	
Uitwisselbaar ink.	952.905	7.717	66.562	6.820	RUN-2 (81.04.10)
Uitverkoop	531.723	12.708	126.523	12.467	
> 1 jaar inkoerant	1.945.376	44.512	356.166	43.010	
Surplus > 1 jaar	1.368.601	29.360	294.125	28.453	
TOTAAL	4.798.605	94.297	843.376	90.750	
Uitwisselbaar ink.	952.905	7.717	66.562	6.820	RUN-3 (81.04.10)
Uitverkoop	531.723	12.708	126.523	12.467	
> 2 jaar inkoerant	622.770	8.216	75.956	7.872	
Surplus > 2 jaar	519.347	16.208	126.474	15.307	
TOTAAL	2.126.745	44.849	395.515	42.466	

Tabel 5.6.2. Overzicht maximaal uitwisselbaar CVD-dealers.

Kolommen 3,4,5 geven aan wat van het 'teveel' bij de dealers overeen komt met uitstaande bestellingen en/of backorders.

Alle artikel-groepen.

RUN-4 : 20340 artikelen, 69 dealers, geen restricties.

RUN-1 : 20340 artikelen, 68 dealers, geen restricties.

RUN-2 : 10684 artikelen, 67 dealers, minimum-prijs=f 10,-

RUN-3 : 10684 artikelen, 67 dealers, min.prijs=f 10,- , ink.norm=2 jaar.

Table 5.6.1. Survey of maximum exchange capability of car-dealer network.

Columns 3,4,5 show the part of the dealers' surplus that complies with outstanding orders and/or backorders. All article-groups.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING OVERZICHTEN TWEEDE PROGRAMMA (PROG 2)

Alle artikelen behalve artikel-groep-1=0

	'TEVEEL' bij dealers		Afname is nul bij C.M.	DEKKING VAN 'TEVEEL' DOOR in-bestelling bij dealers Centr.Mag. Dlrs+C.M.		
RUN-5	Uitw. ink.	374.279	139.105	2.746	29.573	2.740
	Uitverkoop	253.060	14.825	5.812	113.973	5.778
	> 1 jr ink.	920.166	54.972	20.750	227.337	20.150
	Surpl > 1 jr	553.859	4.343	16.696	186.649	16.578
	TOTAAL	2.101.364	213.245	46.004	557.532	45.255
Betrokken vrdw. C.M.		8.443.718				
RUN-6	Uitw. ink.	350.985	133.890	2.653	28.465	2.652
	Uitverkoop	227.962	14.074	5.215	102.305	5.214
	> 1 jr ink.	855.348	52.621	19.383	217.502	18.800
	surpl > 1 jr	490.936	4.042	15.142	170.981	15.024
	TOTAAL	1.925.232	204.627	42.393	519.253	41.690
Betrokken vrdw. C.M.		7.381.896				
RUN-7	Uitw. ink.	374.279	139.105	2.746	29.573	2.740
	Uitverkoop	253.060	14.825	5.812	113.973	5.778
	> 2 jr ink.	269.549	35.228	3.703	35.648	3.626
	Surpl > 2 jr	216.077	3.826	7.130	78.560	6.928
	TOTAAL	1.112.965	192.984	19.391	257.754	19.072
Betrokken vrdw. C.M.		8.443.718				
RUN-8	Uitw. ink.	350.985	133.890	2.653	28.465	2.652
	Uitverkoop	227.962	14.074	5.215	102.305	5.214
	> 2 jr ink.	253.137	37.949	3.527	32.907	3.451
	surpl > 2 jr	200.049	3.606	6.569	74.397	6.367
	TOTAAL	1.032.128	185.627	17.964	238.074	17.686
Betrokken vrdw. C.M.		7.381.896				

RUN-5 : 3449 artikelen, geen restricties.

RUN-6 : 2484 artikelen, minimum-prijs=f 10,-

RUN-7 : 3449 artikelen, inkoerant-norm=2 jaar.

RUN-8 : 2484 artikelen, minimum-prijs=f 10,- , inkoerant-norm=2 jaar.

Tabel 5.6.3. Overzicht maximaal uitwisselbaar CVD-dealers.

Kolom 2 toont de voorraad met nul-afname bij het Centraal Magazijn die bestaat uit dezelfde artikelen als het 'teveel' bij de dealers. Kolommen 3,4,5 tonen wat van dit 'teveel' overeen komt met uitstaande bestellingen en/of backorders. Betrokken voorraadwaarde bij C.M. bestaat uit alle artikelen die in 'teveel' voorkomen.

Table 5.6.3. Survey of exchange capability of car-dealer network. Similar to 5.6.2.; column 2 shows zero-demand stock at the importers' that consists of the same articles as the dealers' surplus.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN BESPREKING OVERZICHTEN TWEEDE PROGRAMMA (PROG 2)

- artikelen die in de tussentijd besteld en uitgeleverd zijn.
De inkoerant-gegevens zullen daarentegen nauwelijks veranderen. De dekking van in-nalevering is een levend gegeven, waar de verkoop-afdeling gebruik van zou kunnen maken. De tellingen uit PROG 1 en de totaalstellingen uit PROG 2 zouden een managementgegeven kunnen vormen. Wanneer men een uitwisselingsbeleid zou gaan volgen, kan de detaillist dienen als hulpmiddel bij de uitvoering en de totaallijst als controle op de resultaten. De uiteindelijke uitwerking hiervan zou moeten zijn dat de bedragen van inkoerante voorraden afnemen. Ook andere ontwikkelingen die invloed hebben op het 'teveel', bijvoorbeeld de aansluiting van nieuwe dealers, introductie van nieuwe types, of reklameacties zouden hiermee gevolgd kunnen worden.

5.6.3 De testruns

Door reorganisatie bij de importeur is dit programma voortijdig afgesloten, zodat slechts beschikt kan worden over de test-runs, die niet helemaal compleet zijn en niet geheel op elkaar afgestemd. Getracht is een zo duidelijk mogelijk overzicht samen te stellen uit de beschikbare gegevens.
In tabel 5.6.1. en 5.6.2. zijn de totalen van vier runs samengevat, respectievelijk voor alleen groep-1 = 0 en alle groepen. In het totaal van run 4 zijn de totalen van de voortelling (PROG 1) terug te vinden.
Run 1, 2 en 3 zijn gedraaid vanaf hetzelfde werkbestand; voor run 4 is het CVD-bestand opnieuw gesorteerd. Vergelijking van run 1 en run 4 toont derhalve de tijdsafhankelijke verschuiving in de totaalbedragen.
In de eerste vier runs (tabel 5.6.1. en 5.6.2.) ontbreekt de deelverzameling met alleen 'inkoerant-norm is 2 jaar'. Daardoor kan in run 4 de interactie tussen 'minimumprijs is f 10,-' en 'inkoerant-norm is 2 jaar' niet geïsoleerd worden. In de runs 5, 6, 7 en 8 is die deelverzameling wel apart genomen, zij het dat hier groep-1 = 0 uit weggelaten is (zie tabel 5.6.3.).

Uitkomsten detailverwerking.

Het zou te ver voeren in dit bestek de hele lijst te presenteren; in bijlage A worden evenwel enkele voorbeelden getoond om een indruk te geven van wat er uit de geproduceerde gegevens af te lezen is. Alle voorbeelden zijn afkomstig van run 1 (tabel 5.6.1. en 5.6.2.).

5.6.4 Dekking van overbevoorrading door bestellingen

Totaal alle groepen

Uit de totaalstelling over alle groepen zonder restricties (tabel 5.6.2. run 1 en run 4) blijkt dat van de f 5,4 miljoen die er eigenlijk teveel ligt bij de dealers ca. f 1 miljoen (17 a 20 %) direkt gebruikt zou kunnen worden voor wat er bij het C.M. in bestelling staat; dit wordt aangeduid met 'dekking'. Hiervan is ca. f 100.000,- (1,8 %) voor de openstaande naleveringen aan dealers en ca. f 95.000,- (1,75 %) voor zowel nalevering als in-bestelling. Dat laatste is het meest sprekend, aangezien het daarbij beslist gaat om artikelen waar dealers op zitten te wachten omdat ze bij het C.M. in bestelling zijn, terwijl diezelfde artikelen bij kollega dealers

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING OVERZICHTEN TWEEDE PROGRAMMA (PROG 2)

aantoonbaar ongebruikt voorhanden liggen. De grootste post is die van de voorraad artikelen die meer dan een jaar inkoerant liggen, terwijl daar ook de meeste dekking vanuit de bestellingen tegenover staat.

Het uitwisselbaar inkoerant blijkt het laagst te scoren in uitwisselbaarheid: 6,7 %, tegen uitverkoop 23 %, 1 jaar inkoerant 17,3 % en surplus boven 1 jaar 21,4 %. Dit terwijl bij het berekenen van de dekking door bestellingen de post uitw. ink. steeds eerst genomen wordt, van wat er overblijft uitverkoop enzovoorts. Zodoende is niet al het ink.1 en sur.1 in de dekking verwerkt.

In tabel 5.6.3. run 5 (uitgezonderd groep-1 = 0) is te zien dat van al het 'teveel' ca. 10 % ook inkoerant is bij het C.M. (hypothese B); voor een jaar inkoerant is dat 6 %, voor uitwisselbaar inkoerant 37 %. In deze groepen kan ca. 10 % van het 'teveel' gebruikt worden voor naleveringen, waarbij ook het ink.1 de grootste post is met de grootste dekking.

Totaaltelling groep 0

In groep 0 zit 83 % van alle artikelen en deze bevatten 61,4 % van het 'teveel'. Alle posten 'teveel' in groep 0 bevatten relatief minder dan bij het totaal over alle groepen (tabel 5.6.1. en 5.6.2.). Van het 'teveel' komt 14 % voor in bestellingen van het C.M. (run 1). Het uitwisselbaar inkoerant blijkt ook hier het laagst te scoren in dekking: 6,3 %, uitverkoop 15 %, ink.1 15,4 % en sur.1 18 %.

Minimumprijs.

Het kan dubieus genoemd worden om goedkope artikelen als potentieel uitwisselbaar te bestempelen, ten eerste omdat het niet rendabel lijkt om voor een goedkoop onderdeel een transport te organiseren, ten tweede omdat van deze onderdelen overal makkelijk voorraden aangelegd kunnen worden. Echter in gevallen waar zo'n onderdeel direkt nodig is, moeten de kosten van stagnatie afgewogen worden tegen de kosten van het opheffen van de stagnatie.

In run 2 zijn artikelen met een verkoopprijs onder f 10,- weggelaten om te zien wat de invloed van deze categorie is. Vergelijking van run 1 en run 2 toont aan dat ca. 11 % (13 % voor groep-1 = 0) van het totaal 'teveel' in deze groep van goedkope artikelen gaat zitten (tabel 5.6.2.).

De invloed van minimumprijs op de posten 'dekking-inbestelling' is iets geringer, namelijk 6 a 9 % (8 a 13 %), hetgeen erop duidt dat de goedkope artikelen door al deze categorieën van 'teveel' tamelijk gelijkmatig verdeeld zitten, maar vanwege de lagere bestelfrekventie in een momentopname aanzienlijk minder dekking te zien geven.

De groep goedkope artikelen blijkt toch nog een aanzienlijke financiële waarde te vertegenwoordigen, ca. f 642.719,- (zie tabel 5.6.2. run 4 minus run 2). Hieruit kan men konkluderen dat het nuttig is om ook voor goedkope artikelen een gebalanceerde voorraad na te streven, omdat in die groep ongemerkt nog veel kapitaal is vastgelegd.

Geringe ouderdom.

Er wordt meestal bezwaar gemaakt tegen het idee om een jaar inkoerante artikelen al weer ter beschikking te stellen omdat men gevoelsmatig de indruk heeft dat die er nog maar kort liggen. Daar staat tegenover dat hoe langer

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN BESPREKING OVERZICHTEN TWEEDE PROGRAMMA (PROG 2)

een artikel op een lokatie ligt, des te geringer de behoefte ook elders wordt. De validiteit van dit verschijnsel is reeds af te lezen aan de eerste totaalstelling (tabel 5.6.1. en 5.6.2.). In run 3 is de inkoerant- en surplus-norm van een naar twee jaar verlegd (terwijl tevens artikelen onder f 10,- weggelaten zijn). Vergelijking van run 2 en run 3 (tabel 5.6.2.) toont aan dat het totaal 'teveel' daardoor terugloopt met ca. 56 % (45 %); het surplus neemt dan af met ca. 65 %, terwijl in het inkoerant de terugloop ca. 67 % bedraagt. De lagere terugloop door inkoerant-norm in groep-1 = 0 duidt er op dat daarin meer verouderde voorraad zit.

5.6.5 Interaktie tussen inkoerantnorm en minimumprijs

Wanneer de dekking op ink.1 en sur.1 vergeleken wordt met die op ink.2 en sur.2, dan blijken de uitwisselingsmogelijkheden na een jaar al af te nemen (tabel 5.6.1. en 5.6.2. run 2 en run 3). In het totaal neemt die dekking af met ca. 50 %, in het surplus met ca. 50 % en in het inkoerant met ca. 80 %. Verhoging van de inkoerantnorm heeft een sterkere teruggang in de uitwisselbaarheid tot gevolg dan een verhoging van de surplus-norm. De uitwisselbaarheid van surplus-twee-jaar is blijkbaar beter dan die van surplus een jaar, want de uitwisselbaarheid loopt relatief minder sterk terug dan het aandeel in het totaal 'teveel' (zie ook tabel 5.6.3.). Het omgekeerde geldt voor het inkoerant.

Bij combinatie van minimumprijs en grotere ouderdom blijkt zelfs met deze restricties de potentiële uitwisselbaarheid met f 2.126.745,- nog omvangrijk te zijn (tabel 5.6.2.). Vergeleken met de totale omzet van het C.M., ca. f 8.000.000,-, is dat ca. 26 %. Per afzonderlijke artikelgroep kan dat percentage hoger (of lager) liggen. Er zijn echter geen omzetcijfers van het C.M. per groep bekend.

In tabel 5.6.4. zijn de effecten van inkoerantnorm en minimumprijs op de uitwisselbaarheid af te lezen. Het effect van de minimumprijs is vrijwel onafhankelijk van de inkoerantnorm en omgekeerd. Beide effecten liggen, vergeleken met run 2, 3 en 4 uit tabel 5.6.2., in dezelfde orde van grootte. De potentiële uitwisselbaarheid van artikelen die twee jaar inkoerant zijn loopt met ca. 82 % terug ten opzichte van artikelen die een jaar inkoerant zijn. Dit kan gedeeltelijk verklaard worden door een vroegtijdige indeling in categorie 'uitverkoop' of 'uitwisselbaar inkoerant'. Het 'teveel' neemt af met ca. 30 %, zodat inderdaad netto de uitwisselbaarheid afneemt. Voor surplus geldt het omgekeerde. De twee dubbelomlijnde kaders in tabel 5.6.4. geven een maximum en minimum schatting van de uitwisselbaarheid van de posten inkoerant en surplus.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
BESPREKING OVERZICHTEN TWEEDE PROGRAMMA (PROG 2)

Tabel 5.6.4. Dekking van 'teveel' door in-bestelling bij dealers, C.M., dealers en C.M. Bedragen in guldens bruto verkoopprijs.
Run 5, 6, 7, 8 uit tabel 5.6.3. (zie toelichting).

				INKOERANT- EN SURPLUS-NORM		$\Delta (2 : 1)$
				1 jaar	2 jaar	
MINIMUMPRIJS	f 0,-	in-best. dealers	ink. sur.	20.750 16.696	3.703 7.130	18 % 43 %
		in-best. C.M.	ink. sur.	227.337 186.649	35.648 78.560	16 % 42 %
		in-best. dlrs+CM	ink. sur.	20.150 16.578	3.626 6.928	18 % 42 %
	f10,-	in-best. dealers	ink. sur.	19.384 15.142	3.527 6.569	18 % 43 %
		in-best. C.M.	ink. sur.	217.502 170.981	32.451 74.397	18 % 44 %
		in-best. dlrs+CM	ink. sur.	18.799 15.024	3.626 6.367	18 % 42 %

$\Delta(10:0)$		in-best. dealers	ink. sur.	93 % 91 %	97 % 90 %	17 % 39 %
		in-best. C.M.	ink. sur.	96 % 92 %	92 % 95 %	14 % 40 %
		in-best. dlrs+CM	ink. sur.	93 % 90 %	95 % 92 %	17 % 38 %

Table 5.6.4. Overlap of surplus with dealers by on-order at dealers and central warehouse. Amounts in Dfl, gross sales price. From run 5, 6, 7, 8, table 5.6.3.

Toelichting tabel 5.6.4.: Uit de afname van de potentieel uitwisselbare bedragen ten gevolge van het instellen van een strengere norm blijkt de invloed van de uitgeschakelde groep. De dubbelomrande vakken geven het maximum en minimum aan.

Uit deze vergelijking kan het volgende gekonkludeerd worden:

- hoe langer artikelen inkoerant liggen (bij dealers), des te minder zijn ze uitwisselbaar.
- hoe koeranter een artikel is, des te groter is de neiging er excessieve voorraden van in te kopen ("het komt toch wel op").
- De beleidsmatige les die hieruit getrokken kan worden is dat de normen voor het automatisch op uitverkoop en uitwisselbaar-inkoerant zetten verlaagd moeten worden van drie en vier jaar naar respectievelijk een en twee jaar.

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN BESPREKING OVERZICHTEN TWEEDE PROGRAMMA (PROG 2)

Beter nog zou zijn om die normen per dealer variabel te maken, zodat hij zelf kan instellen na welke proefperiode zijn artikelen als inkoerant gesignaleerd zullen worden.

5.6.6 Verband met afnamesnelheid bij Centraal Magazijn.

In de laatste versie van het programma werd van die artikelen waar de afname bij het C.M. niet nul is de theoretische uitverkooptijd in weken van het 'teveel' per post berekend met de afnamesnelheid per artikel in het Centraal Magazijn (zie ook bijlage A, getallenvoorbeeld).

De verandering in de kolom 'gemiddelde afname bij C.M.' in tabel 5.6.3. ten gevolge van wijziging van de inkoerantnorm zegt iets over de koerantheid van deze post 'teveel'.

De uitkomsten in tabel 5.6.3. laten zien dat de theoretische verkooptijd in weken toeneemt door weglating van de goedkope artikelen. De theoretische verkooptijd zakt met ca. 50 %, terwijl het bijbehorende bedrag zakt met ruim 60 %, wat erop wijst dat oudere artikelen relatief minder uitwisselbaar zijn.

Nul-afname bij Centraal Magazijn.

Van het 'teveel' per post is de dealer-voorraad afgesplitst van die artikelen waarvan de afname bij het C.M. nul is. Zie tabel 5.6.3. kolom 3. Deze telling geeft naast kolom 2 een goede indruk van de (in-)koerantheid van de artikelen in iedere post 'teveel'. Op groep-nivo komt dat nog duidelijker tot uiting dan uit het totaal in tabel 5.6.3. Tevens is te zien dat naarmate artikelen ouder worden de verkoopverwachting bij het C.M. afneemt.

Door de inkoerantnorm van een jaar naar twee jaar te verhogen stijgt het percentage 'dode' voorraad. Opmerkelijk is dat de groep die bewust aangeduid is als uitwisselbaar veruit het hoogste percentage nulafname bevat.

5.7 ALGEMENE KONKLUSIES

1. Met de resultaten van dit analyseprogramma is de omvang van het probleem vastgesteld: men weet nu hoeveel inkoerant in welke categorie aanwezig is. Bij de dealers liggen veel overtollige onderdelen die door uitwisseling alsnog in de roulatie gebracht kunnen worden.
2. Er is meer overbevoorrading in de niet-eigen artikelen dan in de eigen artikelen, hetgeen waarschijnlijk het gevolg is van de voordelen van de 'automatische doorkoppeling' bij het bestellen. Dit is een argument om de niet-eigen artikelen in een uitwisselprocedure mee te laten draaien.
3. Het is mogelijk om met de computer uit de bestaande gegevens in CVD de behoefte naast het potentiële aanbod te zetten, wat in de vorm van een 'uitwisselbaarheids-overzicht' gepresenteerd kan worden.
Daarnaast zijn afspraken en procedures nodig omtrent het uitwisselen en terugnemen van onderdelen om een uitwisselbeleid te realiseren. Dit moet als doel hebben de overbevoorrading te reduceren en tegelijkertijd de

ANALYSE INKOERANTE VOORRADEN
ALGEMENE KONKLUSIES

toelevering te verbeteren.

4. De huidige uitwisselbaarheidsnorm van 3 a 4 jaar en ouder is al te hoog in de personenwagensektor; een norm van 1 a 2 jaar zou veel effectiever zijn ten aanzien van uitwisselings- of terugneembeleid.
5. Ten aanzien van de landbouwmecanisatie kan verwacht worden dat dezelfde principes (punten 1 t/m 4) opgeld zullen doen.
Als structurele verschillen kunnen aangemerkt worden:
 - de uiteenlopende assortimenten (verschillende leveranciers);
 - het geringer aantal dealers.Technische verschillen treden op in:
 - grotere diversiteit van artikelen;
 - hogere bewaarnormen (minder snel uitwisselen);
 - grotere overbevoorrading (meer uit te wisselen)
 - grotere urgentie in geval van een tekort (toegestane transportkosten hoger).



Uitbreiding op zolder minder courant, sloop vijf jaar niet verkocht, toch maar bewaren, je weet maar nooit...

HOOFDSTUK 6

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER

6.1 EIGENSCHAPPEN VAN DE BEDRIJFSKOLOM

6.1.1 Invloed van assortiment op verhouding importeur - LMB.

De landbouwmecanisatiebedrijven (LMB's) zijn er overwegend op ingesteld om hun klantenkring een volledig assortiment aan te bieden.

Bovenaan de aanvoerkaart staan de producenten die doorgaans een beperkt gespecialiseerd assortiment hebben (trekkers of ploegen en dergelijke) en enkele die een breed assortiment leveren. Deze produkten worden per land afgezet middels een importeur of verkooporganisatie waarbij weer onderscheid gemaakt kan worden tussen importeurs die een gespecialiseerd produkt doorverkopen (enkele trekkermerken) en importeurs die een breed pakket leveren, wat weer samengesteld is uit assortimenten van verschillende producenten.

De onafhankelijke LMB's kunnen hun assortiment samenstellen uit assortimenten van divers importeurs en/of verkooporganisaties. Er ontstaat derhalve een tamelijk complex relatiepatroon tussen leveranciers en afnemers, wat doorgaans historisch op grillige wijze tot stand is gekomen.

De grote cooperaties vormen organisaties die daarin redelijk gestroomlijnd zijn, omdat zij niet alleen alle afzetspunten (LMB's en werkplaatsen) in eigen beheer hebben, maar ook een zeer uitgebreid assortiment voor vele werkterreinen bieden. De samenstelling daarvan geschiedt op importeursniveau. Hier en daar worden door de importeurs wel LMB's overgenomen waardoor ze meer eigen produkten kunnen afzetten, maar zelfs dan is een volledige 'vulling' van een eigen LMB met eigen produkten moeilijk, omdat een aantal klanten wel het een (bijvoorbeeld de trekker) maar niet het ander (bijvoorbeeld de opraapwagen) wil hebben. Met betrekking tot de onderdelen lopen de relaties nog verder door elkaar omdat daarin ook de onafhankelijke (universele) onderdelenhandel meespeelt. Deze laatste heeft bij de gebonden dealers uiteraard minder kans dan bij de onafhankelijke.

Omdat het voor de importeurs op dit moment niet aantrekkelijk is om al hun afzetspunten onder eigen beheer te brengen, blijft er vaak een zeker spanningsveld bestaan tussen de leverancier en het onafhankelijke LMB, waarin de leverancier wil bereiken dat zoveel mogelijk eigen produkten en onderdelen door het LMB aan de man gebracht worden, terwijl het LMB liefst de vrijheid van handelen heeft om te allen tijde zo gunstig mogelijk op vraag en aanbod in te spelen. Van oudsher is de onderdelenvoorziening in dit spanningsveld van de werktuigenhandel een afgeleide faktor geweest.

In het hierna volgende zal belicht worden in welke organisatievormen de onderdelenvoorziening als logistiek organisatorisch element het beste tot z'n recht kan komen, zoveel mogelijk los van de commerciële aspecten.

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER EIGENSCHAPPEN VAN DE BEDRIJFSKOLOM

6.1.2 Opties voor integraal voorraadbeheer.

Uit het in Hst.4. beschreven onderzoek bij de mechanisatiebedrijven kwam naar voren dat het voorraadbeheer bij LMB's vaak nog op een laag peil staat. De stappen naar verbetering hebben betrekking op:

1. betere administratie van de fundamentele administratieve taken in een I.V.V.-systeem;
2. automatisering van het voorraadbeheer, gekoppeld aan andere deeladministraties;
3. toepassing van optimaliseringstechnieken op basis van de stappen 1 en 2;
4. informatie-uitwisseling met de toeleveranciers.

Vanwege diverse storende invloeden zal zelfs het geoptimaliseerde voorraadbeheer (stap 1+2+3) nooit het ontstaan van tekorten en overschotten kunnen voorkomen. Om in die situatie verdere verbeteringen in de distributie en serviceverlening te bewerkstelligen kunnen principes uit het integraal voorraadbeheer toegepast worden. Deze zijn onder te verdelen in:

1. reductie van de variatie coëfficiënt door optellen van vraagreeksen;
2. reductie van werkvoorraden door samenvoegen van voorraadpunten;
3. tekorten en overschotten (vraag en aanbod) op verschillende plaatsen met elkaar in contact brengen.

Ten aanzien van de overbevoorrading kan in principe onderscheid gemaakt worden tussen:

- a. overtollige voorraden die het gevolg zijn van foute beoordelingen;
- b. onvermijdelijke extra voorraden als gevolg van incidenten;
- c. de som van alle voorraden die hoger is dan nodig, als gevolg van het afzonderlijk creëren van veiligheidsvoorraden.

Teneinde deze voorraden te reduceren dienen overeenkomstige maatregelen toegepast te worden:

- a. het elimineren van foutieve inkoopbeslissingen (van geen of onvolledige registratie naar volledige registratie);
- b. opgebruiken van overtollige voorraden door andere verkooppunten (uitwisseling);
- c. bundeling van veiligheidsvoorraden (integratie en centralisering).

Voor een dealerbedrijf komt het verschil tussen b. en c. tot uiting in de volgende aspecten:

- in geval van tekort telkens een beroep doen op een vast voorraadpunt (c.) dan wel op een willekeurig voorraadpunt dat eerst gelokaliseerd moet worden (b.);
- een een-richtingsverkeer (c.) of ook zelf af en toe aan andere voorraadpunten leveren (b.).

Voor realisering van hetzij b. hetzij c. is een basisoptimalisering bij de deelnemende bedrijven zo niet vereist dan toch zeer wenselijk.

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER EIGENSCHAPPEN VAN DE BEDRIJFSKOLOM

Basisoptimalisering.

Vanuit het gezichtspunt van een dealerbedrijf betekent de stap naar a. al een ingrijpende reorganisatie waar men jaren mee bezig kan zijn. Om rationele inkoop-beslissingen te kunnen nemen, gekombineerd met een verantwoorde eigen interpretatie, is een volledige vastlegging van de vlottende, de historische en de stuurgegevens noodzakelijk voor alle artikelen in het magazijn. In Hst.4. is uiteengezet dat dit slechts gerealiseerd kan worden door middel van automatisering. De rationele inkoopbeslissingen worden berekend op basis van formele beslisregels die in ieder voorraadpunt een zelf-sturend systeem vormen.

Dit wordt basisoptimalisering genoemd omdat:

- binnen het bedrijf de kosten van slecht functioneren en verspilling van materiaal en mankracht afgewogen worden tegen de kosten van een duurdere wijze van administreren.
- op basis van een eenvoudige afweging van kosten het voorraadstelsel beheerd wordt.

Hiermee is de basis gelegd niet alleen om tot een nauwkeuriger optimalisering te komen, maar ook voor verdere ontwikkelingen op het gebied van integraal voorraadbeheer.

6.2 VOORRAAD-REDUKTIE DOOR INTEGRATIE VAN VOORRADEN.

Beschouw een dealerorganisatie met N voorraadpunten waar onafhankelijke vraag ontstaat: $D_i, i=1, N$. Gesteld dat ieder verkooppunt bestellingen plaatst volgens elementaire regels van voorraadbeheer, dan wordt bij de inkoop beslist op basis van:

D_i = optredende vraag bij voorraadpunt i ($i = 1, N$),

\bar{D}_i = verwachte vraag per periode bij voorraadpunt i ,

$\sigma(D_i)$ = spreiding in de vraag per periode,

V_i = economische voorraad van het artikel,

β_i = servicegraadoelstelling.

Hieruit volgen:

Q_i = bestelhoeveelheid,

W_i = werkvoorraad (ook wel genaamd seriegroottevoorraad),

VV_i = veiligheidsvoorraad.

De gemiddelde voorraad is te benaderen met:

$$V_i = \frac{1}{2} Q_i + VV_i \quad (6.1.1)$$

(zie (3.4.9)).

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER
VOORRAAD-REDUKTIE DOOR INTEGRATIE VAN VOORRADEN.

Hieruit volgt dat:
$$\bar{V}_i = f(Q_i) \quad (6.1.2)$$

Als voor Q de benadering van Camp gebruikt wordt (3.4.12), dan kan Q geschreven worden als:

$$Q_i = C_i * \sqrt{\mu_{D,i}} \quad (6.1.3)$$

waarin: C_i = Een konstante, afhankelijk van bestel- en tekortkosten.

Als we aannemen dat alle $C(i)$ gelijk zijn, dan volgt uit (6.1.1) en (6.1.3):

$$\bar{V}_i = 0,5 * C_i * \sqrt{\mu_{D,i}} + VV_i \quad (6.1.4)$$

De gemiddelde totale voorraad over alle voorraadpunten is dan:

$$\bar{V}_{\text{tot}} = \frac{1}{2} * C * \left(\sum_{i=1}^{i=n} V D_i \right) + \sum_{i=1}^{i=n} K_i * \sigma_i \quad (6.1.5)$$

Als we aannemen dat in ieder voorraadpunt i de waarden voor de vraag, servicegraad en levertijd grotendeels vastliggen, zijn er twee principes beschikbaar om de totale gemiddelde voorraad kleiner te maken.

1. Reduktie van de seriegrootte-voorraad door aggregatie van werkvoorraden.

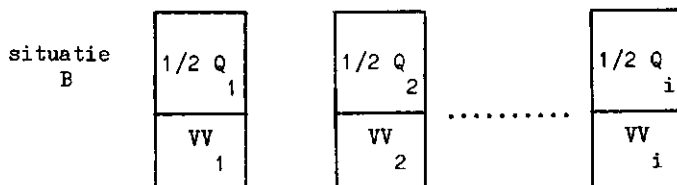
Indien voor alle voorraadpunten gezamenlijk wordt ingekocht in plaats van ieder individueel, dan wordt de gemiddelde voorraad volgens (6.1.5) kleiner vanwege:

$$\sqrt{D} < \sqrt{D_1} + \sqrt{D_2} + \dots + \sqrt{D_n} \quad (6.1.6)$$

Voor aggregatie van twee voorraadpunten met gelijke afnameverwachtingen D_1 en D_2 scheelt dit ongeveer een faktor $\sqrt{2}$:

$$\frac{C * \sqrt{(D_1 + D_2)}}{C * (\sqrt{D_1} + \sqrt{D_2})} = \frac{(\sqrt{2}) * (\sqrt{D_1})}{2 * (\sqrt{D_1})} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sim 0,71 \quad (6.1.7)$$

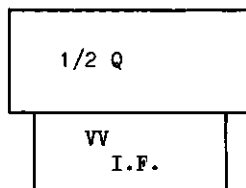
Aggregatie van werkvoorraden kan zodoende (met enige marge) een verlaging van ruim 50 % van de werkvoorraad teweeg brengen; daar komt dan tevens nog de verkleining van de veiligheidsvoorraad bij. Dit wordt geïllustreerd in figuur 6.1.1.a. en b.



Figuur 6.1.1.a. Uitgangssituatie: onafhankelijke voorraden.
Figure 6.1.1.a. Initial situation: independant stocks.

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER
VOORRAAD-REDUKTIE DOOR INTEGRATIE VAN VOORRADEN.

situatie
I.F.



Figuur 6.1.1.b. Voorraadreduktie door fysieke samenvoeging van werkvoorraden.

Figure 6.1.1.b. Stock reduction by physical merging of working stocks.

2. Verkleining van $\sum VV(i)$ door aggregatie van veiligheidsvoorraden.

Bij vaste $\mu(D)$ is de veiligheidsvoorraad op twee manieren afhankelijk van $\sigma(LD)$ (zie (3.4.1) t/m (3.4.4)):

1. Volgens (3.4.2) geldt:

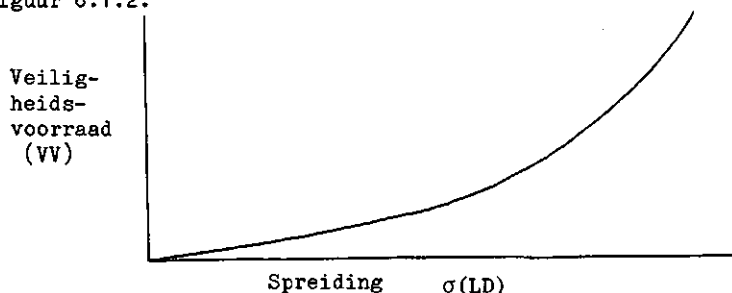
$$VV = K * \underset{LD}{\sigma} = f(\underset{LD}{\sigma}) \quad (6.1.8)$$

2. Volgens (3.4.4) en (3.4.6) geldt:

$$K = g(\underset{LD}{\sigma}) \quad (6.1.9)$$

zodat $VV = f(g(\underset{LD}{\sigma}), \underset{LD}{\sigma}) \quad (6.1.10)$

Hieruit volgt dat het verband tussen VV en σ niet lineair is; zie figuur 6.1.2.



Figuur 6.1.2. Veiligheidsvoorraad als functie van $\sigma(LD)$.

Figure 6.1.2. Safety stock as a function of $\sigma(LD)$.

Tevens geldt dat de variatiecoëfficiënt afneemt bij optellen van vraagreeksen. Stel het gesommeerde vraagproces is:

$$(M, \underset{M}{\sigma}) = \sum_{i=1}^n (\underset{i}{\mu}, \underset{i}{\sigma}) \quad (6.1.11)$$

waarbij $M = \sum_{i=1}^n \mu_{D,i} \quad (6.1.12)$

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER
VOORRAAD-REDUKTIE DOOR INTEGRATIE VAN VOORRADEN.

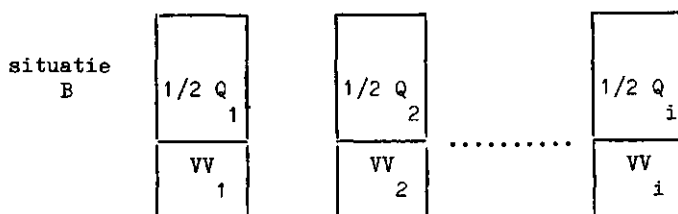
$$\text{en} \quad \sigma_M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} \sigma_i^2}{M}} < \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \sigma_i}{M} \quad (6.1.13)$$

$$\text{zodat} \quad \frac{\sigma_M}{M} < \frac{1}{N} * \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \sigma_i}{\mu_i} \quad (6.1.14)$$

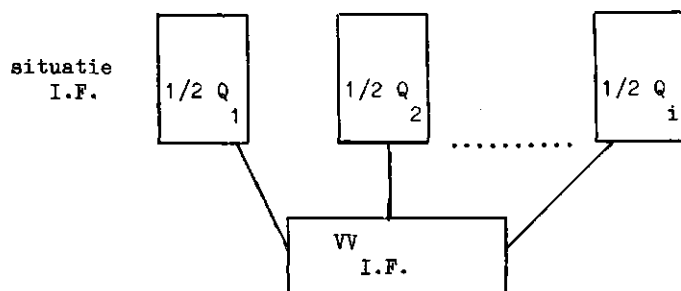
Ofwel de variatie coëfficiënt van de geaggregeerde vraagreeks is kleiner dan die van de afzonderlijke vraagreeksen tezamen, zodat een veiligheidsvoorraad voor het geaggregeerde proces kleiner kan zijn dan de som van de veiligheidsvoorraden voor de afzonderlijke processen:

$$K * \sigma_{\text{tot}} < \sum_{i=1}^{i=n} K * \sigma_i \quad (6.1.15)$$

Dit treedt op als de vraagreeksen althans logisch samengevoegd worden. Dit laatste wordt geïllustreerd in figuur 6.1.3.

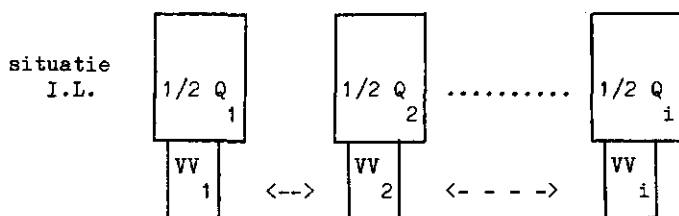


Figuur 6.1.3.a. Uitgangssituatie: onafhankelijke voorraden.
Figure 6.1.3.a. Starting position: independant inventories.



Figuur 6.1.3.b. Voorraadreduktie door fysieke samenvoeging van veiligheidsvoorraden.
Figure 6.1.3.b. Stock reduction by physical merging of safety stocks.

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER
VOORRAAD-REDUKTIE DOOR INTEGRATIE VAN VOORRADEN.



Figuur 6.1.3.c. Voorraadreduktie door logische samenvoeging van veiligheidsvoorraden.

Figure 6.1.3.c. Stock reduction by logical merging of safety stocks.

De levensvatbaarheid van beide principes in de landbouwwerktuigensektor wordt in het hierna volgende nader belicht.

6.3 INTEGRATIE VAN VOORRADEN

6.3.1 Inleiding.

Model van Schneeweiss en Zacharias.

Schneeweiss [1981] heeft de aanzet gegeven tot een simulatie van uitwisseling en integratie van voorraden. Dit is door Zacharias [1982] verder uitgewerkt. De door Schneeweiss onderzochte situatie betreft de allokatie van vliegtuigonderdelen naar zes verschillende magazijnen van een maatschappij. De bevoorrading wordt geheel centraal gestuurd volgens drie optimaliseringsmodellen:

- a. Het bevoorradingsmodel (Nachschubmodell) berekent B (bestelnivo) en Q (bestelhoeveelheid) voor het hele systeem zodanig dat de verwachting van de totale systeemkosten worden geminimaliseerd. De zes voorraadpunten worden in eerste instantie als een logisch (niet fysiek) geheel geaggregeerd, als ware het een éénprodukt- éénvoorraad-model. De te minimaliseren kosten zijn:
 - bestelkosten voor het systeem;
 - bewaarkosten;
 - tekortkosten van het systeem (gehele systeem buiten voorraad);
 - uitwisselkosten;
 - tekortkosten voor een magazijn.
- b. Het verdeelmodel (Aufteilungsmodell) zorgt voor optimale verdeling van iedere Q over de magazijnen op basis van de aanwezige voorraad en de vraagverwachting in ieder voorraadpunt. De te minimaliseren kosten betreffen:
 - de transportkosten van fabriek naar de plaatselijke magazijnen;
 - de uitwisselkosten tussen de magazijnen onderling;
 - de lokale tekortkosten.
- c. Het uitwisselmodel (Umverteilungsmodell) bepaalt hoeveel en wanneer er uitgewisseld moet worden. Voor ieder magazijn wordt een kritiek voorraadmivo aangegeven, waarvan de overschrijding een uitwisselberekening in werking zet. Dit betekent dat er reeds uitgewisseld kan worden nog voordat er een tekort ontstaan is. Bij de bepaling van de uitwissel-

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER INTEGRATIE VAN VOORRADEN

hoeveelheden worden de integrale systeemkosten geminimaliseerd tot het moment van een nieuwe bestelling. Deze kosten betreffen:

- de transportkosten van magazijn A naar magazijn B;
- de uitwisselkosten van het leverende magazijn;
- de tekortkosten van het leverende magazijn;
- de uitwisselkosten van het ontvangende magazijn;
- de tekortkosten van het ontvangende magazijn.

Bij onderschrijding van de kritieke systeemvoorraad (B) wordt het bevoorradingsmodel weer actief. Juist door de mogelijkheid tot uitwisseling kan het hele systeem als een (1) voorraad beschouwd worden, waardoor B geheel afhankelijk is van de totale afname uit het systeem en de uitwisselingen geen invloed hebben op B. De voordelen van het bevoorradingsmodel liggen in de sfeer van (6.1.15); die van het uitwisselmodel in de sfeer van (6.1.12) t/m (6.1.14).

Projectie op de landbouwonderdelensektor

De situatie in de landbouwonderdelensektor verschilt van de boven beschreven toestand op de volgende punten:

1. In bovenstaand geval behoren alle voorraadpunten tot hetzelfde concern, wat het vastleggen van procedures en regels sterk vergemakkelijkt. In de landbouwsektor is vrijwel iedere dealer een autonoom bedrijf dat zelf kan beslissen of het mee wil werken aan een voorraadintegratie, afhankelijk van de verwachte voordelen van een dergelijke structuur (voor uitzonderingen zie 6.3.4). De dealers zullen zeker niet toelaten dat hun onafhankelijke positie hierdoor ondermijnd wordt.
2. In het door Schneeweiss beschreven model is er geen centraal magazijn vergelijkbaar met een importeur, waarop de andere magazijnen terug kunnen vallen. De mogelijkheid tot uitwisselen is in dat geval een noodzaak.
3. Het bovenstaande model gaat uit van bekende buitenvoorraadkosten, zodat berekend kan worden wanneer het rendabel is om door "preventieve" uitwisselingen de kans op een buitenvoorraadsituatie te verkleinen. In de landbouwonderdelensektor zullen preventieve uitwisselingen vanwege de autonome opstelling der dealers niet haalbaar zijn.

Modellen voor fysieke integratie van voorraden.

Op basis van de theoretische besparingsmogelijkheden (figuur 6.1.2. en 6.1.3.) kan men de volgende mogelijkheden voor fysieke integratie van voorraden ontwerpen:

1. Vertikale integratie
 - a. werkvoorraden;
 - b. veiligheidsvoorraden.
2. Horizontale integratie.
 - a. werkvoorraden;
 - b. veiligheidsvoorraden.

Deze opties worden in het hierna volgende toegelicht.

6.3.2 Vertikale integratie

De verticale integratie van werkvoorraden komt er in feite op neer dat er een schakel uit de keten fabrikant-importeur-dealer-gebruiker geelimineerd wordt. Het spreekt voor zich dat dat noch fabrikant noch gebruiker kunnen zijn, zodat ofwel de importeurstaak overgenomen wordt door fabrikant en/of dealer ofwel de dealerfunctie overgenomen wordt door importeur en/of gebruiker. Van beide gevallen zijn voorbeelden aan te treffen:

- Sommige fabrikanten van eenvoudige werktuigen leveren vanuit een buurland direct aan enkele grote dealers in Nederland. Dit is mogelijk als de onderdelenstroom qua assortiment en qua aantallen beperkt blijft, zodat de distributie naar de Nederlandse dealers volgens hetzelfde patroon kan verlopen als naar de dealers in het eigen land. In de meeste gevallen is de werktuigen- en onderdelenstroom echter zo omvangrijk en gedifferentieerd, dat de bijkomende administratie en de inning van faktuurgelden voor de fabrikant te complex wordt (denk aan valuta-wisseling, taalbarriere, teruglevering enz.). In dat geval vervullen de nationale importeurs de douaneformaliteiten en fungeren tevens als buffer tussen fabrikant en afnemers.

Zelfs wanneer in de toekomst alle belemmeringen voor grensoverschrijdende handel weggenomen zouden worden, zal het voor de meeste buitenlandse fabrikanten praktisch en voordelig zijn om de importeur de onderdelenvoorziening naar de afnemers in Nederland te blijven laten verzorgen.

- Grote gebruikers richten zich rechtstreeks tot de importeur voor de aankoop van grote machines (de lokale dealer wordt dan schadeloos gesteld). Zij hebben meestal ook een onderdelenvoorraad in hun eigen werkplaats, welke aangevuld kan worden met bestellingen direct van de importeur.

Het overgrote deel van de werktuigenafzet blijft echter gekoppeld aan de ondersteuning door de LMB-werkplaatsen, waardoor tevens de instelling van een onderdelenmagazin vastligt.

Vertikale integratie van veiligheidsvoorraden is een theoretische optie; het voorraadbeheer is nog niet ver genoeg ontwikkeld om expliciet onderscheid te kunnen maken tussen werk- en veiligheidsvoorraad.

Konklusie: geen van beide vormen van verticale integratie van werkvoorraden zal in Nederland structurele vormen aannemen.

6.3.3 Horizontale integratie.

Werkvoorraden.

Aangezien de werkplaatsen niet kunnen functioneren zonder eigen assortiment van onderdelen in voorraad, komt een integratie van deze werkvoorraden praktisch neer op het samenvoegen van dealerbedrijven. Hoewel dit in theorie een voorraadreduktie oplevert, dient zo'n operatie gezien te worden tegen de achtergrond van de bedrijfseconomische realiteit waarin:

- a. de importeurs eerder meer dan minder afzetpunten zouden willen hebben;
- b. de dealers in hoofdzaak zelfstandige ondernemers zijn die tot het uiterste hun onafhankelijke identiteit willen behouden.

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER INTEGRATIE VAN VOORRADEN

Aspekten van klantenbinding en marktpolitiek spelen hier een grotere rol dan alleen de kosten van de onderdelenvoorziening.

Veiligheidsvoorraden.

Gezien de enorme overhead die vele LMB's momenteel dragen in de vorm van inkoerante voorraden lijkt een of andere bundeling van die overhead een realistisch alternatief.

Een fysieke bundeling houdt in dat groepen dealers samen gebruik maken van een opslagpunt, speciaal voor veiligheidsvoorraden. Mogelijke uitvoeringsvormen hiervan zijn:

- a. een regionaal magazijn;
 - b. een regionale dealer;
 - c. een steunpunt dealer.
- ad a. Dit zou een vooruitgeschoven post van de importeur zijn, dan wel een gezamenlijk door een groep dealers beheerd magazijn. Door de korte afstand zijn snelle afleveringen mogelijk zodat de dealers zelf geen voorraad van langzaamlopende artikelen hoeven aan te leggen.
- ad b. Deze heeft dezelfde functie als a., maar om de beheerskosten te beperken is de gezamenlijke voorraad ondergebracht in het magazijn van een centraal gelegen dealerbedrijf. Binnen dit magazijn zal een administratie nodig zijn om de eigen voorraad en de gezamenlijke voorraad uit elkaar te houden.
- ad c. Een steunpunt dealer is een centraal gelegen dealerbedrijf dat de incidentele behoeften dekt van de omringende dealers. De periodieke bestellingen worden verzorgd door de importeur zelf. Een dergelijke oplossing is beproefd in de personenwagenbranche.

Het voordeel van ieder van deze oplossingen zou zijn dat het leidt tot een integrale voorraadverlaging. Er kleven echter enkele nadelen aan welke grotendeels structureel zijn:

1. Voor een belangrijk deel van het assortiment wordt er een nivo toegevoegd aan de leveringsketen, waardoor de keteneffecten weer toe gaan nemen. Daardoor is het gevaar aanwezig dat deze speciale opslagpunten de integrale voorraden nog verhogen.
2. Een los regionaal magazijn heeft nog het nadeel dat het aanzienlijke extra kosten met zich meebrengt naast de kosten van het importeursmagazijn. In feite kan men in de Nederlandse verhoudingen de importeur al zien als een centraal beheerspunt voor veiligheidsvoorraden, aangezien het hele land doorkruist kan worden binnen 24 uur.
3. De ervaringen met steunpuntdealers in de personenwagensektor zijn inderdaad van dien aard dat het steunpunt zich geroepen voelt om iedereen altijd te kunnen bedienen, hetgeen in de praktijk een onverantwoorde overbevoorrading tot gevolg heeft.
4. Het uitgangspunt van deze oplossingen, voorraadverlaging door integratie, heeft ook zijn keerzijde: wanneer men ergens bewust afzonderlijke veiligheidsvoorraden gaat aanleggen, kan dat alleen maar effectief uitwerken als men verzekerd is van vaste klandizie van een bepaalde groep dealers. Indien namelijk enkelen naar andere leveranciers uitwijken voor veiligheidsvoorraden, raakt het aangewezen opslagpunt in de problemen (voorbeelden van zo'n situatie zijn bekend uit andere branches). Dit wordt versterkt door het verschil in verkoop van verschillende werktuigen of trekkers: dealer-1 verkoopt veel van produkt A en weinig van produkt

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER INTEGRATIE VAN VOORRADEN

B, terwijl dealer-2 weinig van A en veel van B verkoopt. Voor dealer-1 zijn de A-onderdelen normale werkvoorraad, terwijl die voor dealer-2 op speciale bestelling gekocht worden. Als dealer-1 steunpunt zou worden, zou hij zijn voorraad van B-onderdelen moeten opvoeren ten behoeve van de veiligheidsvoorraad van dealer-2. Wanneer bovendien dealer-2 in andere opzichten beter en slagvaardiger te werk gaat, wordt dealer-1 als steunpunt voorbijgestreefd door dealer-2.

5. Een belangrijk obstakel vormt de diversiteit in assortimenten tussen verschillende dealers. De op papier ontworpen fysieke integratie van veiligheidsvoorraden lijkt rendabel zolang men één artikel beschouwt. De praktijk is dat iedere dealer een verschillend assortiment voert en daarom nooit voor alle gevallen op één voorraadpunt kan terugvallen. Dit geldt zowel voor variaties binnen het pakket van een leverancier als voor het door elkaar lopen van pakketten van diverse leveranciers.
6. Er speelt nog een meer psychologisch aspect mee, namelijk dat de magazijnmeesters geen onderscheid maken tussen werkvoorraad en veiligheidsvoorraad; wat een magazijnmeester ziet liggen beschouwt hij als eigen voorraad. Het leveren van onderdelen aan kollega-dealers wordt derhalve niet gekoppeld aan het begrip veiligheidsvoorraad, maar wordt afgewogen tegen de verkoopverwachting aan de eigen afnemers. Dit illustreert dat het onderscheid tussen veiligheidsvoorraad en werkvoorraad alleen gemaakt kan worden met behulp van een gedegen administratie waarin de verkoop-snelheid en de variantie daarvan geëxtrapoleerd kunnen worden en gekoppeld aan een kansberekening. Een dergelijke opgave kan alleen met behulp van een computer uitgevoerd worden.

Het assortimentsverschil vormt een doorslaggevende belemmering voor varianten in de distributiestructuur waar een fysieke reorganisatie aan vast zit. Dit kan men ook omdraaien: wanneer men een fysieke reorganisatie van de distributiestructuur wil bereiken zal er bij de dealerbedrijven ingegrepen moeten worden in de samenstelling van het assortiment.

Fysieke reorganisatie betekent hier het veranderen van de beheersstructuur (eigendom, zeggenschap over) van dealerbedrijven of delen daarvan, in casu de onderdelenvoorraad.

6.3.4 Produktgroep gerichte benadering.

Voorbeeld van invloed van assortiment: cooperaties

Een ondersteuning van de uitspraak ten aanzien van beheer en assortiment kan gezien worden in de organisatie van grote cooperaties in de landbouwmechanisatie. Zo'n cooperatie bestaat voor wat betreft de landbouwwerktuigen uit een aantal (ca. 10) regionale dealers (RD) waaromheen telkens een aantal (ca. 7) lokale dealers (LD) gegroepeerd zijn. Historisch gezien zijn de meeste hiervan van oorsprong cooperatieve werkplaatsen van lokale cooperatieve werktuigen inkoop organisaties. In de loop van de geschiedenis hebben zich steeds meer van deze cooperaties aaneengesloten en is tegelijkertijd de centrale inkoopfunctie steeds verder omhoog geschoven. Zodoende is een landelijke organisatie ontstaan met een groot Centraal Magazijn van waaruit alle RD's bevoorradt worden. Karakteristiek voor deze organisatie-vorm is:

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER INTEGRATIE VAN VOORRADEN

1. de overkoepelende eenheid van beheer: alle werknemers zijn in dienst van de top-coöperatie; alle werkplaatsen, magazijnen etc. zijn eigendom van de coöperatie;
2. de grote mate van eenheid in het assortiment: de onderdelenvoorraad van iedere regio is voor ca. 90 % een deelverzameling van de voorraad van het Centraal Magazijn.

Deze eigenschappen van de organisatie hebben een vergaande integratie mogelijk gemaakt, hetgeen tot uiting komt in de volgende kenmerken:

- Iedere lokale dealer is in hoofdzaak een werkplaats met een zo beperkt mogelijke werkvoorraad.
- De administratieve en indirecte taken zijn ondergebracht bij de RD, zoals boekhouding, facturering (hetgeen inhoudt dat verkoopbonnen en werkplaatsbonnen van de LD's daar verwerkt worden), verkoop van werktuigen.
- Er rijdt een bijna dagelijkse besteldienst van de RD langs de LD's.
- Er rijdt een wekelijkse besteldienst van het C.M. langs de RD's.
- Bij de grootste coöperatie is de automatisering centraal opgezet en ontwikkeld, zodat de voorraadbestanden van de RD's centraal beheerd worden. In de nabije toekomst krijgen de RD's een eigen beeldscherm-aansluiting voor het opvragen van gegevens en intypen van mutaties. In de toekomst kunnen ook de LD's hierbij geïntegreerd worden.
- Door middel van het gecentraliseerde voorraadbeheer wordt een voorraad-balanceringsuitgevoerd. Onderdelen die bij de ene RD minder koerant blijken te zijn, worden teruggenomen naar het C.M. of direct gedirigeerd naar een afzetpunt waar op dat moment een vraag binnengekomen is.

Wanneer de assortimenten een belemmering vormen voor horizontale integratie, ligt het voor de hand een produktgroep-gerichte benadering na te streven. Een produktgroep kan bestaan uit een merk, of een groep kleine merken met sterk verwante producten of het assortiment van een leverancier. Daartoe blijft ieder dealerbedrijf onafhankelijk functioneren en participeert voor ieder van zijn produktgroepen in een organisatie waarin voorraden of overtollige voorraden ter beschikking gesteld worden voor incidentele tekort problemen bij andere kollega's.

Vormen van uitwisseling.

Diverse van dergelijke systemen zijn reeds operationeel in verschillende branches. Dit betreft in volgorde van sterkere betrokkenheid:

1. informele afspraken;
2. microfiche inkoerant;
3. automatisering in de inkoerant bepaling;
4. beschikbaar maken van alle voorraden;
5. geforceerde inkoopscreening;
6. terugkopen door importeur.

Informele afspraken.

Een tussenvorm tussen integratie en uitwisseling betreft de ad-hoc afspraken tussen naburige magazijnmeesters om de aanschaf van dure, langzaamlopende onderdelen bij een van beide te laten plaatsvinden. Het gaat dan telkens om de aanschaf van een stuks, waardoor ook geen sprake is van veiligheids- en werkvoorraaden.

Wanneer het onderdeel door de andere dealer opgevraagd wordt, vindt een

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER INTEGRATIE VAN VOORRADEN

onderlinge verrekening plaats. Hierover moeten wel duidelijke afspraken bestaan.

Microfiche inkoerant.

Dit is reeds besproken in Hst. 5 bij de CVD-organisatie. Er zijn diverse personenwagenorganisaties in den lande die dit systeem hanteren. Het ontstaat op basis van een gezamenlijke automatisering, vergelijkbaar met CVD, waaruit makkelijk de inkoerante delen afgesplitst kunnen worden. Doordat de gegevens al eenvormig in de computer opgeslagen zijn, kunnen ze van daaruit makkelijk op microfiche gezet worden. Een voordeel is dat ook niet-geautomatiseerde artikelen (van bijvoorbeeld niet-geautomatiseerde dealers) wel in het systeem opgenomen kunnen worden, en dat ook dealers die geen inbreng leveren wel als afnemers kunnen meedoen.

De mogelijkheid voor organisatie van zo'n systeem in de landbouwsector zal sterk afhangen van de mate en de wijze van automatisering bij LMB's. In ieder geval leent het zich goed voor een produktgroep gerichte benadering, waarbij iedere produktgroep zijn eigen microfiche distribueert.

De kosten hiervoor zijn gering, omdat iedere LMB reeds een microfichelezer bezit (voor prijslijsten, bouwtekeningen etc.). Op een microfiche van ca. f 25,- kunnen ca. 5000 lokaties weggeschreven worden. Indien men ook maar een keer een tekort op kan lossen met behulp van zo'n microfiche zijn de kosten er al uit.

Automatisme in inkoerantbepaling.

Dit is een uitbreiding van punt 2., waarbij de automatisering een grotere rol speelt. In punt 2. is er nog vanuit gegaan dat een dealer zelf handmatig beoordeelt welke onderdelen hij inbrengt, hetgeen er in veel gevallen op neer zal komen dat de magazijnmeester met een blocnote door het magazijn gaat en alle verlopen en ondergestofte onderdelen die hij zelf nooit meer verkoopt opschrijft om ze ter verkoop aan te bieden. Daar is in principe geen bezwaar tegen, maar als iedereen dat doet, verwatert het systeem omdat het nauwelijks bruikbaar materiaal oplevert. Met de inschakeling van een computer kan evenwel periodiek berekend worden welke onderdelen inkoerant beginnen te worden, bijvoorbeeld na twee jaar geen verkoop.

Het CVD onderzoek (Hst. 5) heeft uitgewezen dat juist in de niet te sterk verouderde categorieën de meeste uitwisselingskansen zitten. Het zal van de deelnemers wat meer discipline vergen om onderdelen die naar hun gevoel nog een verkoopverwachting bezitten reeds op de uitwissellijst te zetten en dan, als er een vraag naar komt, ook werkelijk uit te leveren. Indien dit echter op grote schaal plaats vindt kan daardoor een deel van de inkoerante massa weer in beweging gebracht worden.

Beschikbaar maken van alle voorraden.

In de opstelling bij punt 3. kan men bij incidentele tekorten slechts terugvallen op de als inkoerant opgegeven artikelen. Er zullen echter regelmatig tekort-situaties voordoen in de koerante delen, waarbij de importeur niet of niet snel genoeg kan leveren, zodat men moet kunnen terugvallen op de werkvoorraad van kollega's. Momenteel geschiedt dat door her en der opbellen, hetgeen zeer omslachtig is. Wanneer ook informatie over werkvoor-

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER INTEGRATIE VAN VOORRADEN

raden beschikbaar is, kan men recht op zijn doel afgaan.

De uitvoering daarvan zal gekompliceerder zijn dan bij punt 3., aangezien deze voorraadgegevens snel muteren, zodat microfiches teveel achterstand vertonen. In ieder geval zullen de aangesloten dealers voor het leveren van hun inbreng over een geautomatiseerde voorraadadministratie moeten beschikken, waar de gewenste informatie makkelijk uit af te splitsen is.

De verspreiding van de informatie hangt dan sterk samen met de mate van centralisatie of decentralisatie van de automatisering. Als veel dealerbedrijven centraal bij enkele verwerkingscentra geautomatiseerd zijn, is het tamelijk eenvoudig om vanuit het centrum de gewenste informatie over alle aangesloten dealers op te vragen (vergelijk CVD voorraadvergelijkingbestand of cooperaties). Wanneer veel dealerbedrijven onafhankelijk automatiseren zal of de gewenste informatie gecentraliseerd moeten worden, of elke aanvraag zeer snel als mutatie gedistribueerd moeten worden. Beide oplossingen zijn technisch mogelijk, maar vrij kostbaar, zodat het niet waarschijnlijk is dat dit systeem makkelijk van de grond zal komen.

Geforceerde inkoopscreening.

In de alternatieven 1 t/m 4 is het aanvragen van een onderdeel steeds een uitwijkmogelijkheid voor incidenten, telkens gebaseerd op een bewuste keuze voor een kollega-dealer in plaats van de importeur. Zoals ook al opgemerkt is bij het CVD-systeem lopen zulke systemen het gevaar te verwateren, omdat iedereen uit gewoonte of tijdgebrek zich gemakshalve direct wendt tot de importeur, zodat een heleboel mogelijkheden om door uitwisseling inkoerant op te ruimen onbenut blijven. Een maximale benutting verkrijgt men wanneer voor iedere inkoop de inkoerantlijst van alle kollega dealers geraadpleegd wordt. Aangezien dit handmatig erg veel extra werk zou vergen, kan deze optie alleen gerealiseerd worden wanneer:

- a. de uitwisselbaar inkoerante artikelen van alle deelnemende dealers in een gecentraliseerd computerbestand zijn ondergebracht;
- b. alle op die produktgroep of -groepen betrekking hebbende inkooporders naar deze centrale gestuurd worden, waar ze vergeleken worden met de inkoerant-voorraden; zodra er overeenkomst gesignaleerd wordt, wordt de order geheel of gedeeltelijk naar de dealer met de uitwisselbare voorraad gestuurd.

Deze konstruktie heeft een aantal voordelige aspecten:

- de inkoerante voorraden worden maximaal benut;
- de inkooporders van een aantal dealers kunnen gesorteerd worden op leverancierskode zodat deorders van verschillende dealers samengebundeld worden om direct door de computer van iedere betreffende leverancier ingelezen te worden, hetgeen voor de leveranciers een versnelling van de handelingen betekent;
- indien er een data-entry faciliteit is bij de centrale kunnen ook niet-geautomatiseerde dealers participeren, zowel aan de aanbod- als aan de afnamekant;
- er vindt een directe afboeking plaats als er een artikel uitgewisseld wordt; evenzo kan er ook een financiële boeking gedaan worden op de lopende rekeningen van de betrokken deelnemers, of bonnen gedrukt en meegezonden worden.

Een dergelijk systeem is in werking bij een organisatie van bedrijfswagen-dealers. Het aantal onderlinge leveranties bleek daar verrassend hoog,

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER INTEGRATIE VAN VOORRADEN

vooral in de beginfase. Men kon berechnen dat de besparing op de inkoop bij de importeur door onderlinge uitwisselingen binnen de groep zo groot was, dat daarmee het automatiseringssysteem binnen twee jaar terugverdiend werd. Ten aanzien van de landbouwmecanisatie moeten voor deze werkwijze enkele kritische kanttekeningen gemaakt worden:

- In bovengenoemde organisatie van bedrijfswagendealers waren de bedrijven niet zelfstandig meer; er was dus een overkoepelend management dat het besluit voor deze ontwikkeling kon nemen.
- Iedere dealer was geautomatiseerd volgens een uniform systeem, zodat de inkoopantberekening, het aanleveren van inkoopantmutaties, het doormelden van uitwisselingstransacties en financiële doorberekening uniform en automatisch kon verlopen.
- Alle bedrijven waren dealer van hetzelfde merk, zodat artikelnummering, prijzen en doorkoppeling naar de leverancier weinig problematische afwijkingen ondervonden.
- Het betrof hier veel grotere bedrijven dan het doorsnee landbouwmecanisatiebedrijf, waardoor er meer overheadkosten gedragen konden worden en het hele automatiseringsproject sneller rendabel was.

Belangrijkste struikelblokken voor zo'n systeem in de landbouwmecanisatie zullen zijn:

1. Beheer: gebrek aan overkoepelend management of operationeel samenwerkingsverband.
2. Techniek: diversiteit van artikelnummering over verschillende merken en leveranciers.
3. Schaal: relatief kleine bedrijven met relatief weinig goederen-mutaties tegenover toch een groot aantal artikelen.
4. Administratie: de automatisering bij LMB's staat nog maar amper in de kinderschoenen en nu al is er een diversiteit aan verwerkingssystemen te bespeuren.

Terugnemen door importeur.

Terugnemen geschiedt regelmatig op ad hoc basis, waarbij de verkoopverwachting bij beide partijen meespeelt in de bepaling van de terugneemprijs. Afhankelijk van de verkoopverwachting bij de importeur is er sprake van aanbod door de dealer dan wel opvraag door de importeur (zie schema figuur 6.3.1).

Toestanden I en II treden op wanneer de importeur een aanvraag krijgt waar hij zelf geen voorraad meer voor heeft. Hij kan dan gaan zoeken naar een dealer die het wel heeft. Toestand I kan gezien worden als balanceren van voorraad, toestand II als gebruik maken van werkvoorraad. In beide toestanden is er eigenlijk sprake van horizontale uitwisseling, zij het dat de importeur als intermediair fungeert.

In toestand III is er sprake van a priori verplaatsen van overtollige voorraden naar het centrum waar alle aanvragen binnenkomen.

Dit maakt duidelijk dat in de huidige verhoudingen de importeur in feite de rol vervult van centrale beheerder van veiligheidsvoorraden (d.w.z. de geplande veiligheidsvoorraden). De reden waarom van dit model afgeweken wordt ligt dan ook primair aan het ontbreken van een integraal concept, waardoor voorraden die eigenlijk centraal gehouden zouden moeten worden, nu decentraal gelokaliseerd zijn. Dit wordt nog in de hand gewerkt door de algemene problematiek van bevoorradings met onderdelen:

- overbevoorradings bij dealers door gebrekkige administratie, laag verbruik,

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER
INTEGRATIE VAN VOORRADEN

		I	II
verkoop- verwach- ting	h	overdracht: makkelijk	overdracht: moeilijk
	o	prijs : redelijk	prijs : hoog
	g	aanvraag : door impor- teur of door dealer	aanvraag : door importeur
		III	IV
IMPOR- TEUR	l	overdracht: moeilijk	overdracht: geen
	a	prijs : laag	prijs : n.v.t.
	g	aanbod : door dealer	aanbod : n.v.t.
		laag	hoog
		Verkoopverwachting bij de DEALER	

Figuur 6.3.1. Terugleveren van onderdelen aan importeur afhankelijk van wederzijdse verkoopverwachting.

Figure 6.3.1. Restitution of spare parts to importer, depending on mutual sales expectation.

hoge stock-out kosten etc.

- moeilijk planbare bevoorrading bij importeurs door seizoenen, konkurrentie, valse vraagvorming etc.
- tekorten bij de importeur die leiden tot overbevoorrading bij dealers, ('indekken'); overbevoorrading bij dealers die valse vraagvorming veroorzaakt (initial stocking).

Wanneer door een samenspel van maatregelen deze cirkelgang verzwakt wordt kan de importeur beter de functie van centrale veiligheidsvoorraad vervullen, zodat ingrijpende, structuurveranderende maatregelen overbodig zijn.

Omvang terugneem-kapaciteit.

Om een indruk te krijgen van de terug-neem mogelijkheden door de importeur ten opzichte van horizontale uitwisseling kan verwezen worden naar Hst. 5, met name tabel 5.9.2. Daaruit blijkt dat de dekking door inkoerant uit de dealerorganisatie op bestellingen door het C.M. ongeveer 10 keer zo groot is als op bestellingen door dealers. Daarbij moet wel enig voorbehoud gemaakt worden:

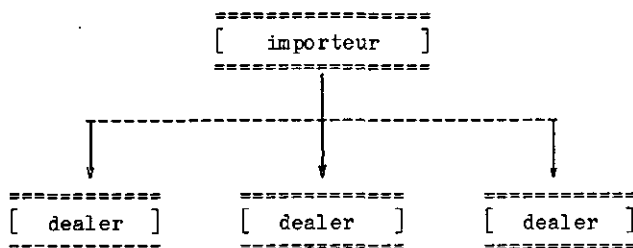
1. Het betreft hier een personenwagenorganisatie;
2. Hooguit 30 % van de dealers is betrokken bij de berekening;
3. De bestellingen van het C.M. staan langer uit dan de dealerbestellingen;
4. De bestellingen hebben voornamelijk betrekking op koerante artikelen.

In ieder geval toont tabel 5.9.2. dat er ruime mogelijkheden verwacht kunnen worden van uitwisseling of terugnemen of allebei.

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER UITWISSELMODEL

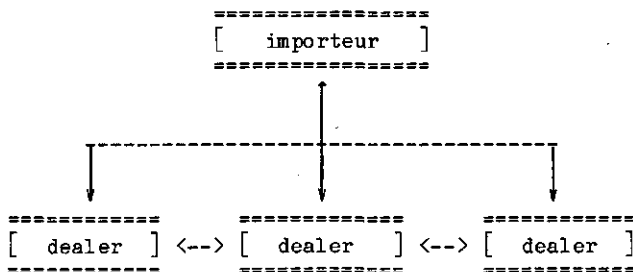
6.4 UITWISSELMODEL

In de huidige situatie zijn de dealers en de importeur niet van elkaars voorraad op de hoogte, zodat hun I.V.V.-systemen onafhankelijk van elkaar opereren. Daardoor is het mogelijk dat op de ene plaats een overschot van een bepaald artikel is, terwijl op een andere plaats een tekort ontstaat. In figuur 6.4.a is deze situatie schematisch weergegeven.



Figuur 6.4.a Schema basismodel: goederenstromen.
Figure 6.4.a Scheme of basic model: flow of goods.

Als we deze situatie (figuur 6.4.a) definiëren als het basismodel, dan staat daar tegenover het uitwisselmodel; daarbij is men op de hoogte van elkaars voorraden, wat de mogelijkheid biedt tot het uitwisselen van onderdelen (zie figuur 6.4.b.).



Figuur 6.4.b Schema uitwisselmodel: uitbreiding goederenstromen.
Figure 6.4.b Scheme of exchange model: extending flow of goods.

Uitwisselen van onderdelen tussen voorraadpunten.

Onder uitwisselen of reallokatie van voorraad wordt verstaan:

- het terugnemen van artikelen door de importeur;
- onderlinge leveringen van artikelen tussen dealers.

Voor de analytische benadering maakt het weinig verschil welke optie gebruikt wordt.

Een voorraad-informatienetwerk is een vereiste voor het goed functioneren van uitwisselingen tussen voorraadpunten.

De beschikbaarheid van informatie over voorraden tussen dealers en importeur

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER UITWISSELMODEL

vormt een vertikale logische integratie, bij dealers onderling een horizontale logische integratie. Het gaat hier om een logische in tegenstelling tot een fysieke integratie: door de samengevoegde informatie kunnen de afzonderlijke voorraden als een logisch geheel gezien worden, zonder dat ze fysiek samengevoegd zijn. Door deze vorm van integratie komen de volgende gegevens beschikbaar op grond waarvan tot een uitwisseling besloten kan worden:

- de dealers bij wie voorraad aanwezig is;
- de omvang van de voorraad op die lokatie 1);
- het bestelnivo van die lokatie;
- de afnamesnelheid op die lokatie.

Door het uitwisselen van onderdelen zijn financiële voordelen te behalen op de volgende punten:

- Inkoerante voorraden kunnen door uitwisselingen gezamenlijk opgemaakt worden.
- Het aantal spoedorders van importeur naar fabriek kan gereduceerd worden, omdat zolang de importeur geen voorraad heeft, een beroep gedaan kan worden op andere voorraadpunten in het land. Spoedorders vanuit het buitenland zullen over het algemeen vrij kostbaar zijn.
- Indien de importeur zijn voorraadbeleid afstemt op de voorraden van de dealers, kan hij met een lager voorraadnivo volstaan om dezelfde service te bieden, zie ook Schneeweiss [1981].
- De uitwisselmogelijkheid kan de service van de dealerorganisatie verbeteren, hetgeen de concurrentiepositie ten goede komt en de landbouw kosten bespaart.

Uitwisselmodel voor de landbouwonderdelensektor

In een uitwisselmodel voor onderdelen van landbouwwerktuigen zullen onderlinge uitwisselingen gericht moeten zijn op:

1. Het opvangen van tekorten wanneer de importeur tijdelijk geen voorraad meer heeft.
2. Het gezamenlijk opgebruiken van overtollige en inkoerante voorraden.

Aangezien ingrijpende wijzigingen die de vrijheid of de zelfstandigheid van de dealers aantasten op weerstand zullen stuiten, is de mate waarin de huidige organisatiestructuur van het distributiesysteem gewijzigd kan worden beperkt. Bovendien moeten de uitwisselprocedures zodanig vorm gegeven worden, dat ze voordelig zijn voor de betrokkenen.

Aangezien de overeengekomen afspraken en procedures in belangrijke mate bepalend zijn voor het functioneren van het systeem, is voor een aantal situaties nagegaan welke procedures in de onderdelensektor redelijkerwijs verwacht kunnen worden. Deze betreffen:

- a. Een uitwisseling kan gestart worden wanneer de importeur niet kan voldoen aan:

- een voorraadorder van een dealer;
- een spoedorder van een dealer.

De eerste optie moet verworpen worden omdat in zo'n geval de urgentie nog niet groot genoeg is en een dealer hierbij via uitwisselingen zijn voor-

1) Een lokatie is een voorraadpunt van een artikel bij een dealer.

INTEGRAAL VOORRAADBEHEER UITWISSELMODEL

- raad kan gaan opbouwen ten koste van andere dealers.
- b. De voor een uitwisselverzoek in aanmerking komende dealer wordt geselecteerd op grond van:
- de geografische ligging van de dealer;
 - de hoogte van de voorraad van de dealer.
- Beide aspecten worden beoordeeld: op volgorde van geografische afstand wordt een dealer gezocht met toereikende voorraad.
- c. Ten aanzien van het aantal uit te wisselen stuks van het gevraagde onderdeel bestaan de volgende keuzemogelijkheden:
- het benodigde aantal wordt geheel uitgewisseld;
 - een gedeelte van het benodigde aantal wordt uitgewisseld.
- Er wordt uitgewisseld datgene wat een dealer redelijkerwijs kan missen, met als criterium: fysieke voorraad $> B$.
- Hierdoor wordt de kans dat de ene uitwisseling leidt tot een volgende uitwisseling zo klein mogelijk gemaakt.
- d. De verdeling van de aan een uitwisseling verbonden kosten (verzend-, telefoon-, administratieve kosten en dergelijke) en opbrengsten (de winst door verkoop). Deze kunnen verrekend worden met:
- de ontvangende dealer (B);
 - de leverende dealer (A);
 - de importeur;
 - de klant.
- Gekozen is voor:
- een beperkte marge voor (A);
 - de kosten voor (B);
 - de vastgestelde brutoprijs voor de klant.

Deze keuzen vormen de basis voor het hierna te behandelen simulatiemodel.



Verouderde magazijn-opvatting: geen rekening gehouden met dynamische veranderingen; geen geld voor modernisering. Ruimtegebrek noopt tot gebruik van het plafond, maar kan men het plafond een locatienummering geven?

HOOFDSTUK 7

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN

7.1 MODELOPBOUW

7.1.1 Inleiding

Om een keuze te kunnen maken voor het hiervoor beschreven systeem van integraal voorraadbeheer, is het nodig om zo nauwkeurig mogelijk de konsekwenties op financieel en operationeel gebied te begroten. De hiervoor benodigde gevoeligheidsanalyse is in de praktijk niet uitvoerbaar om de volgende redenen:

- Er is een bestaande, goede voorraadadministratie vereist, welke in veel bestaande situaties niet aanwezig is.
- Zo'n onderzoek zou zeer kostbaar zijn.
- Het zal moeilijk zijn bedrijven te vinden die hun medewerking willen verlenen aan een experiment waarbij soms een ongunstig beleid gevoerd moet worden.
- Allerlei externe factoren kunnen het effect van een bepaald beleid vertroebelen, waardoor het achteraf zeer moeilijk wordt te achterhalen wat precies de oorzaak is geweest van een bepaalde uitkomst (zie ook Hst. 3.1.).
- Onderzoek naar artikelen met een langzame afname zou zeer lang gaan duren. (Denk aan orde van grootte van 10 jaar).

Ook op analytische wijze blijkt het moeilijk te zijn om verschillende systemen te vergelijken:

- In analytische benaderingen is het vaak niet mogelijk de konsekwenties van alle op elkaar inwerkende variabelen te berekenen, en mist men de realistische dynamiek van variabele uitkomsten.
- Vanwege de complexiteit van het systeem zijn vergelijkingen op analytische basis vaak onvolledig omdat er allerlei beperkende randvoorwaarden aangenomen moeten worden die in de werkelijkheid minder ideaal zijn.

Juist in gevallen waarin het niet mogelijk is met een systeem in de praktijk te experimenteren, is simulatie een onderzoeksmogelijkheid.

Onder simulatie wordt verstaan het in een rekenautomaat verrichten van alle volgens een logisch, wiskundig model samenhangende bewerkingen. Een model is de beschrijving van een systeem in kwantitatieve, logisch samenhangende grootheden en bewerkingen. Dit betekent dat het in de rekenautomaat

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN

MODELOPBOUW

geprogrammeerde model zich in grote lijnen gedraagt als het werkelijke systeem.

De hiervoor benodigde ingredienten zijn:

- Een systeem dat beschreven kan worden in kwantiteiten.
- Een dynamisch model van het systeem, waarin alle relevante processen kwantitatief, logisch en samenhangend gedefinieerd worden. In een dynamisch model worden intern beslissingen genomen op basis van de toestand van het systeem en zijn ingangen.
- Een rekenautomaat waarop het model geprogrammeerd wordt, zodat alle processen in de vorm van rekenkundige en logische bewerkingen uitgevoerd worden.

Door een groot aantal variaties van parameters en ingangsvariabelen uit te proberen, kan men meer te weten komen over de gevoelheden en grenzen van het model en daardoor van het systeem.

Voordelen van deze werkwijze (computersimulatie) zijn:

- Ongewenste storende factoren zijn afwezig: indien een parameter of ingangsvariabele gevarieerd wordt, dan staat vast dat veranderingen in de uitvoer alleen daardoor veroorzaakt worden.
- De snelheid van het onderzoek: een gesimuleerd proces verloopt veel sneller dan in het werkelijke systeem; tien jaar kan gesimuleerd worden in enkele minuten.
- Nieuwe ideeën kunnen in een later stadium van het onderzoek nog verwerkt worden.
- Een proefopzet is niet definitief, maar kan door terugkoppeling uit de voorlopige resultaten naar believen gewijzigd worden.
- Relatief lage kosten:
 - Met een model kan men vele variaties uitproberen, ook die welke in de praktijk desastreuze gevolgen zouden hebben.
 - De ontwikkeling kost een fractie van de ontwikkeling van een systeem in werkelijkheid.
 - De simulatie zelf kost qua computertijd vaak nog minder dan de ontwikkeling van het programma.

7.1.2 Aannamen.

De overtuigingskracht van een simulatie staat of valt met de realiteitswaarde van het model. Hoewel de werkelijkheid zelf niet exakt nagebootst kan worden, met name niet op het punt van de besluitvorming bij inkoop (zie Hst.4.), hoeft dat geen bezwaar te zijn wanneer effecten in relatie tot elkaar vergeleken worden. Men heeft hier te maken met een vergelijking van drie situaties: de werkelijkheid, het basismodel en het uitwisselmodel. De vergelijking tussen werkelijkheid en basismodel kan niet op een zo nauwkeurige manier gemaakt worden als die tussen basis- en uitwisselmodel in een simulatie; pas wanneer door vergaand praktijkonderzoek deze eerste vergelijking gekwantificeerd is, kan ook het uitwisselmodel in geld uitgedrukt geprojecteerd worden op de werkelijkheid.

De aannamen die met betrekking tot de realiteit gedaan zijn, doen het basismodel in diverse opzichten veel gunstiger uitkomen dan de werkelijkheid; daardoor valt de vergelijking tussen de werkelijkheid en het uitwisselmodel

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN MODELOPBOUW

gunstiger uit dan de vergelijking van basismodel en uitwisselmodel aangeven. Enkele aannamen die het basismodel flatteren zijn:

- er is een volledige administratie van het voorraadsysteem aanwezig (in het model worden besteltijdstip en bestelhoeveelheid rationeel berekend op grond van verwachting en spreiding van de afname, de aanwezige voorraad en de levertijd);
- er is sprake van rationeel voorraadbeheer;
- er is geen onderlinge beïnvloeding tussen verschillende artikelen (denk aan reparatie-sets);
- er is geen beperking aan de opslag-ruimte;
- backorders worden altijd afgenomen, zij het met wat vertraging.

Daartegenover staat een aantal aannamen die de vergelijking minder gunstig maken:

- er is geen andere informatie over de buitenwereld dan de vraag in het verleden, terwijl een magazijnmeester daar doorgaans wel over beschikt (zie Hst.4.1.);
- indien niet direkt geleverd kan worden, wordt de aanvraag altijd in nalevering genomen (servicegraad);
- het plaatsen van spoedorders geschiedt stringent, terwijl in de praktijk een klant soms bereid zal zijn te wachten op een voorraadorder.

7.1.3 Inleiding SIMULA

Het simulatieprogramma is ontwikkeld in SIMULA, een hogere programmeertaal die zich bij uitstek leent voor simulatie van systemen die zijn opgebouwd uit diskrete processen. Dat wil zeggen dat de gebeurtenissen in ieder proces betrekking hebben op een afmeetbaar aantal elementen. SIMULA biedt een aantal faciliteiten die dat mogelijk maken:

- het CLASS concept: een CLASS is een blok data en een stelsel instructies die bewerkingen uitvoeren op die data. Aangezien de data van een CLASS niet verdwijnen als het programma de CLASS tijdelijk verlaat, kunnen in het programma meerdere kopieën gemaakt worden, die ieder verschillende waarden in hun datastructuur bewaren. Naar ieder van deze objecten van een CLASS kan verwezen worden door middel van referentievariabelen.
- De Link CLASS: objecten van een Link CLASS kunnen opgenomen worden in een rijstructuur.
- De Process CLASS: objecten van een Process CLASS functioneren als een tijdafhankelijk proces, waarvan de uitvoering zonodig gestopt en voortgezet kan worden.

Voorbeeld: Een dealer is een logische eenheid die in een Process CLASS geïmplementeerd is; bij iedere klantenaanvraag wordt Process CLASS DEALER geactiveerd. Voor een order van een dealer wordt een element in LINK CLASS "order" gekreeerd, waar hij aansluit in de rij van in behandeling zijnde orders.

De gebruiker kan het aantal dealers kiezen, waarna het programma een aantal objecten van CLASS DEALER aanmaakt, die niet alleen individuele kenmerken bezitten, maar ook onafhankelijk van elkaar gelijksoortige, maar verschillende processen doorlopen. In CLASS DEALER worden weer kopieën gemaakt van de bij iedere DEALER behorende objecten van CLASS's (bestellingen, spoedorders, etc.).

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN

MODELBE SCHRIJVING

7.2 MODELBE SCHRIJVING

7.2.1 Inleiding: de gesimuleerde modellen.

Basismodel.

Het basismodel is gedefinieerd als een gerationaliseerde toestand in het voorraadbeheer van dealers, die onafhankelijk van elkaar bestellen bij een importeur (zie figuur 7.1). Dit betekent:

- De afname wordt voorspeld op grond van systematisch verzamelde afnamegegevens.
- Er worden formele bestelregels gehanteerd voor het bijbestellen van voorraad.
- Bestel-nivo en bestel-hoeveelheid worden periodiek herberekend volgens de optimalisering zoals beschreven in Hst.3.4.

Uitwisselmodel.

Het uitwisselmodel is voor wat de administratieve kant betreft hetzelfde als het basismodel; het verschil is aangebracht in de besluitvorming ten aanzien van de keuze van de bron van inkoop in ieder voorraadopunt. Dit betekent dat iedere dealer in bepaalde gevallen voorraad kan betrekken van een andere dealer in plaats van van de importeur.

Reikwijdte van de simulatie.

Het basismodel dient als referentie voor het uitwisselmodel. Dat betekent dat de effecten van uitwisseling vergeleken worden met een enigszins geflatteerde situatie. In de werkelijkheid is het voorraadbeheer bij importeurs en dealers minder formeel georganiseerd en niet geoptimaliseerd. Tevens kunnen de afnamereeksen anders verlopen dan in het model gesimuleerd wordt, zij het dat veel aandacht besteed is aan het zo realistisch mogelijk nabootsen van vraagpatronen.

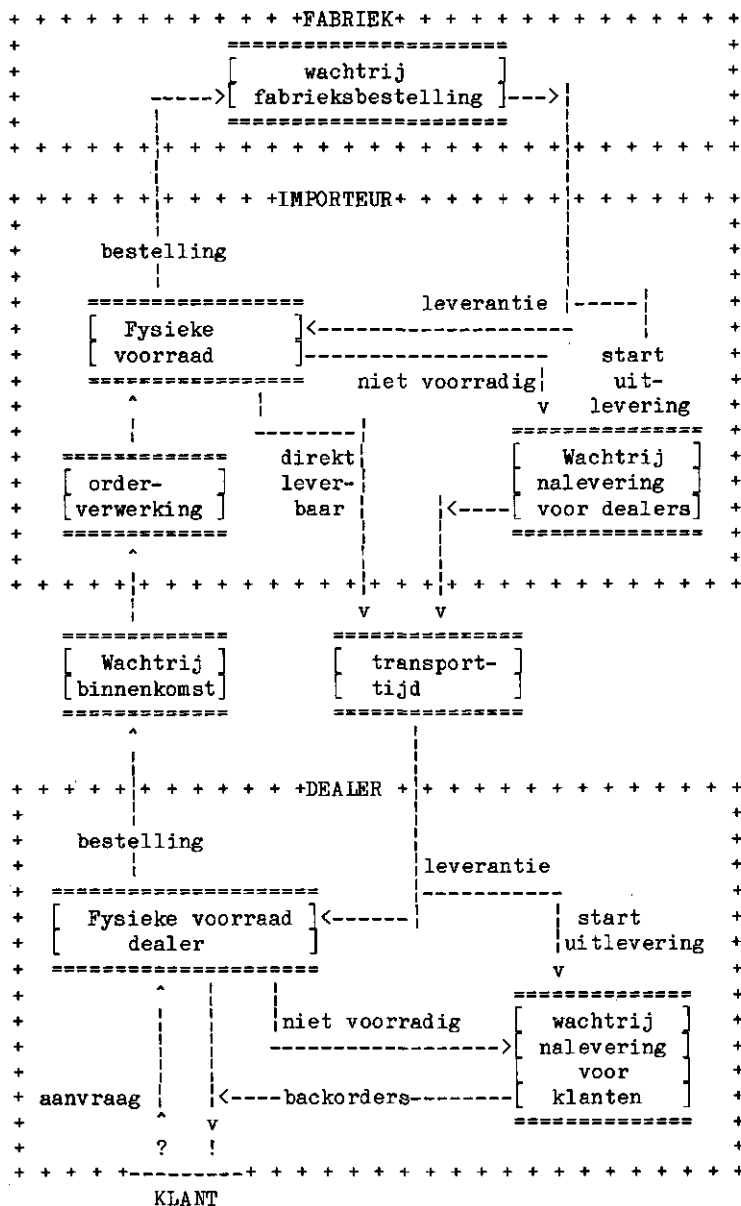
Het model simuleert een (1) artikel tegelijk, zodat in iedere run de reactie van het systeem op een vraagreeks weergegeven wordt.

Hoewel de gesimuleerde uitwisselingen in de huidige werkelijkheid nog niet te realiseren zijn, is de daarvoor benodigde informatietechnische infrastructuur een realiseerbare zaak, zodat het uitwisselmodel gezien kan worden als een realistisch toekomstperspectief.

7.2.2 Procesbeschrijving basismodel.

In figuur 7.1.a/b is het proces schematisch aangegeven. Uitleg van deze figuur wordt gegeven in de volgende paragrafen. Overal waar staat "Osta G nnn:nnn" wordt verwezen naar de listing van het simulatieprogramma in bijlage G bij Van Osta [1984].

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN
MODELBSCHRIJVING

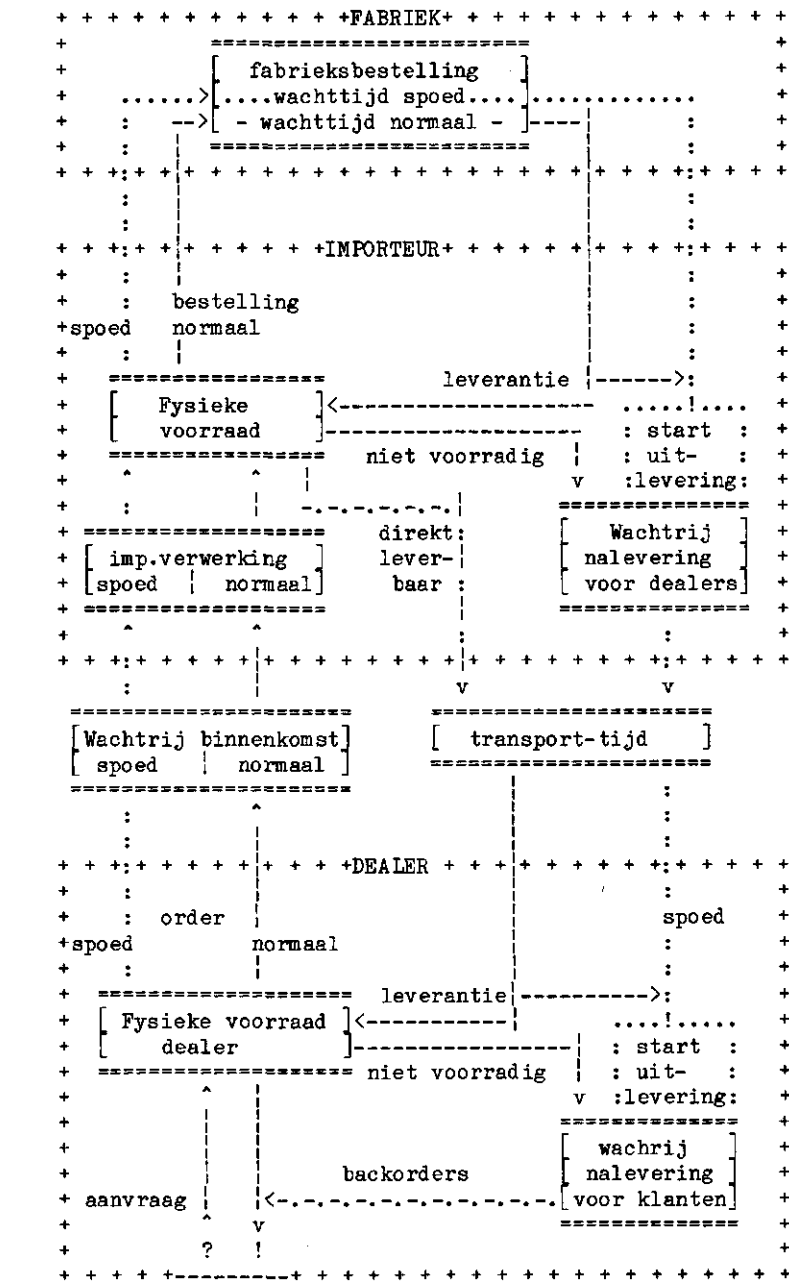


Figuur 7.1.a Informatie- en goederenstromen in de leveringsketen zonder spoedprocedures.

Figure 7.1.a Flows of information and goods in the logistic system without rush procedures.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN

MODELBESCHRIJVING



KLANT

"|" , "-" = normale procedure; ":" , "." = speed procedure.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN MODELBESCHRIJVING

Figuur 7.1.b Informatie- en goederenstromen in de leveringsketen met speed-procedures.

Figure 7.1.b Flows of information and goods through the logistic system with rush procedures.

7.2.2.1 Proces dealer

Het proces "dealer" maakt gebruik van de deelprocessen: "aankoop", "bestel", "spoedbestel", "leverantie", "voorspelling" en "gevensverwerking". Deze processen zijn als logische eenheden geïmplementeerd in afzonderlijke SIMULA CLASS'es.

Het natuurlijke begin van het totale proces is een klantenaanvraag.

Deelproces klantenaanvraag.

Om het proces van klanten die artikelen vragen na te bootsen wordt een randomgenerator gebruikt, waarmee gebeurtenissen met een waarde (aanvragen) volgens een bepaalde verdeling opgeroepen kunnen worden (Osta G 575:608). Het afnamepatroon van een artikel kan men beschouwen als zijnde opgebouwd uit een gemiddelde (nivo) met een bepaalde spreiding (ruis). Het nivo kan onderhevig zijn aan systematische veranderingen (trend), golfbewegingen (seizoen) en/of de levenscyclus van een artikel (Holt Winters [1976]) en combinaties hiervan.

Het vraagproces in de modellen wordt bepaald door:

a. Het interval tussen twee klantenaanvragen.

b. De grootte van de aanvraag per klant.

ad a. Het interval tussen twee aanvragen wordt verkregen door een random trekking uit een Lognormale verdeling (Osta G 326). Gekozen is voor een Lognormale verdeling, omdat de kansdichtheidsfunctie hiervan in zijn geheel aan de positieve kant van de x-as ligt en omdat elke verhouding $\frac{Z}{\bar{L}}$ ingevoerd kan worden, hetgeen nodig is om het vraagproces realistisch onregelmatig te maken. De Lognormale verdeling wordt verkregen door eerst een trekking uit een normale verdeling te doen en deze om te rekenen volgens onderstaand schema:

Stel: $\frac{Z}{\bar{L}} \approx \mu + \sigma * X$ (Normaal),
en $\bar{L} \approx \text{Exp}(Z)$ (Log-normaal).

Noem: munorm = Gemiddelde bij normale verdeling
sprnorm = Spreiding bij normale verdeling
sprint = Inputparameter spreiding in het interval tussen twee aankopen (Lognormaal)
gemint = Inputparameter gemiddeld interval tussen twee aankopen
trekking = Trekking uit normale verdeling met gemiddelde munorm en spreiding sprnorm;
delay = Interval tussen deze en volgende klanten aanvraag.

Dan wordt: Varnorm := Ln ((sprint/gemint)**2 + 1,0)
munorm := Ln (gemint) - 0,5 * varnorm
trekking := Normal(munorm, sprnorm)

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN

MODELBeschrijving

delay := Exp (trekking)

ad b. Ingangsgrootheid is de gemiddelde aanvraag per aankoop. Afhankelijk daarvan wordt een trekking uit een bepaalde verdeling gedaan:

1. De gemiddelde aanvraag per klant is kleiner dan 10: trekking uit een Poissonverdeling (Osta G 594:602). De uitkomsten van de trekking zijn gehele getallen groter of gelijk aan 1, hetgeen overeenkomt met geheeltallige aanvragen:

Aanvraag := trekking := 1 + Poisson(gemvr - 1)

gemvr = gemiddelde aanvraag per klant.

Door het gebruik van de Poisson verdeling geldt per definitie:

$$\sigma_D = \sqrt{\mu_D}$$

2. Voor gemiddelden groter of gelijk aan 10 ligt slechts een te verwaarlozen gedeelte van de Normale kansdichtheidsfunctie links van de y-as, zodat een Normale verdeling in dat geval wel bruikbaar is:

Aanvraag := trekking := Normal(gemvr, sprvr)

sprvr = spreiding in de aanvragen per klant.

Piek in de vraag.

Het simulatieprogramma biedt de mogelijkheid een piek in de vraagreeks aan te brengen (Osta G 2416:2463). Daarvoor moet de gebruiker de volgende parameters kiezen:

- starttijdstip van de piek,
 - duur van de piek,
 - intensiteit van de piek, dat wil zeggen: zowel de gemiddelde AANVRAAG als het gemiddelde INTERVAL tussen twee aankopen kunnen met een faktor verminderigvuldigd worden, zodat de aanvragen toe- en de intervallen in omvang afnemen (bij een negatieve piek andersom).
 - De nummers van de dealers waarbij een piek in de vraag moet optreden.
- Na de piek wordt het vraagpatroon weer hetzelfde als daarvoor.

Levenscyclus in de vraag

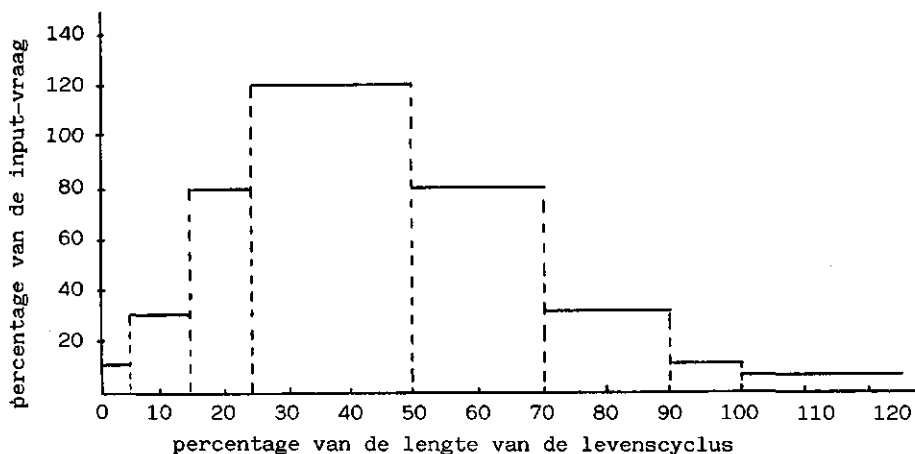
Het simulatieprogramma biedt de mogelijkheid om een levenscyclus in de vraag aan te brengen. Op basis van een door de gebruiker te kiezen levensduur van het artikel wordt het verloop van de levenscyclus volgens een vast schema ingesteld

Het verloop van deze levenscyclus is weergegeven in figuur 7.2.

Deelproces dealer.

Het verwerken van de aanvraag van een klant gebeurt in deelproces "dealer". Er wordt gecontroleerd of de huidige fysieke voorraad groot genoeg is om aan de vraag te kunnen voldoen:

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN MODELBSCHRIJVING



Figuur 7.2. Vorm van de geprogrammeerde levenscyclus in de vraag.
Figure 7.2. Shape of programmed life-cycle in demand.

- zo ja dan wordt het gevraagde aantal geleverd en van de fysieke voorraad afgetrokken;
- zo nee dan wordt de rest van de fysieke voorraad geleverd en het tekort wordt geregistreerd als backorder.

Iedere backorder wordt in een wachtrij gezet (zie figuur 7.1., wachtrij nalevering voor klanten), de zogenaamde naleveradministratie. Als het artikel door een leverantie van de importeur weer voorradig is bij de dealer, vindt eerst uitlevering van de naleveringen plaats.

In geval van een backorder wordt een spoedorder geplaatst, tenzij er reeds een voorraadorder onderweg is (in de wachtrij "transport"). Hierdoor wordt voorkomen dat de spoedorder later aankomt dan de in behandeling zijnde voorraadorder.

In deelproces "dealer" worden de volgende performance indicators berekend:

- Aantal aanvragen (klanten).
- Aantal stuks gevraagd.
- Afname sinds de laatste voorspelling.
- Aantal direkt geleverd.
- Stockouts (stuks * weken), deze worden analoog aan de berekening van de gemiddelde voorraad berekend.
- Economische voorraad.
- Gemiddelde voorraad:

$$\text{gemvrd} = \text{gemvrd} + \text{fysvrd} * \text{delta-T}$$

waarin: delta-T = het tijdsinterval sinds de laatste verandering van de fysieke voorraad of sinds de laatste berekening van de gemiddelde voorraad (periode van 4 weken).

gemvrd = gemiddelde voorraad per vier weken (wordt iedere vier weken afgedrukt en op nul gezet).

fysvrd = fysieke voorraad.

De berekening van deze drie grootheden wordt uitgevoerd juist voordat de fysieke voorraad verandert.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN MODELBeschrijving

Deelproces voorspelling.

Het voorspelproces wordt eens per voorspelperiode geactiveerd. De input-parameter 'voorspelperiode' geeft het interval aan tussen twee afnamevoorspellingen (meestal 4 weken). Eens per voorspelperiode wordt met de afname in het verleden de te verwachten afname in de volgende periode voorspeld volgens de methode van exponentiele effening (Hst.3.5.). Als startwaarde voor de verwachte afname wordt het afnamenivo van de input genomen. De spreiding in de voorspelfout wordt steeds gemeten en exponentieel geëffend:

$$\text{Sigma} = (\text{perafn} - \text{verwafn}) * \text{effpar} + \text{sigma} * (1 - \text{effpar})$$

waarin: Sigma = Geëffende spreiding van de voorspelfout tijdstip t
perafn = Afname in de afgelopen periode (t)
verwafn = Voorspelde afname voor de periode (t)
effpar = Effeningsparameter, ongeveer 0,15 (input)

Bestelnivo en bestelhoeveelheid.

Na een voorspelling worden steeds een bestelnivo en een bestelhoeveelheid berekend. De berekening hiervan geschiedt op basis van de verwachte afname (zie boven) en de verwachte lengte van de overbruggingsperiode:

$$\text{OP} = \text{VB} + \text{BD} + \text{TD} + 1/2 * \text{RT}$$

waarin: OP = OverbruggingsPeriode
VB = Gemiddelde Vertraging voor de Behandeling van een order bij de importeur.
BD = BehandelingsDuur van een voorraadorder bij de importeur.
TD = TransportDuur van importeur naar dealer.
RT = Review-Time (interval voor periodieke voorraadbeoordeling).

Het Bestelnivo kan op vier manieren berekend worden:

- Volgens β - of γ -servicegraad-definitie (zie Hst.3.4.2.);
- Met behulp van een Poisson- of Logistische verdeling.

Bij β -servicegraad-definitie wordt automatisch van Poisson naar Logistisch overgeschakeld wanneer $\mu(\text{LD})$ groter dan 20 wordt. Bij de γ -servicegraad-definitie kan de gebruiker de verdelingsfunctie zelf kiezen.

Wanneer: $B < 0,5 < \mu(\text{LD})$
dan wordt $B := [\mu(\text{LD})]$ (naar boven afgerond tot geheel getal).
(Zie ook Hst.3.4.6. - negatieve veiligheidsvoorraad).

De bestelhoeveelheid wordt berekend met de formule van Camp (Hst.3.4.2.), met als restricties:

- ondergrens: $Q > D(\text{jaar}) / 12$,
- bovengrens: $Q < D(\text{jaar})$.

Deelproces order.

Aangezien tijdens de eerste voorspelperiode nog geen voorspelling van de afname voorhanden is, wordt initieel in deelproces "order" een bestelnivo uitgerekend met behulp van de ingangsparameters voor het vraagproces. Uit

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN. MODELBESCHRIJVING

diverse simulaties kon opgemaakt worden dat de invloed van de startwaarden na 1 jaar zo goed als verdwenen is. In het verdere verloop van de simulatie worden de parameters die nodig zijn voor de berekening van het bestelnivo uit het vraagproces zelf gemeten.

Iedere week (review time) wordt gecontroleerd of een voorraadorder geplaatst moet worden. Dit geschiedt wanneer:

$EV \leq \text{bestelnivo}$, (EV = Economische Voorraad).

Een inkoop wordt als volgt afgehandeld:

- Gegevensoverdracht: de order-gegevens worden ter behandeling doorgegeven aan de importeur door een element in wachtrij "order" te plaatsen. (zie figuur 7.1., wachtrij binnenkomende orders).
 - Ieder element van wachtrij "order" bevat de volgende gegevens:
 - dealernummer
 - bestelhoeveelheid
 - spoed of geen spoed
 - tijdstip voor verdere verwerking.
 - De elementen in deze wachtrij staan gesorteerd op verwerkingstijdstip, wat betekent dat een nieuw binnenkomende order tussen de wachtende orders ingevoegd kan worden. De tijdsduur tot dat verwerkingstijdstip varieert random volgens een Uniforme verdeling tussen de grenzen 0,14 en 0,3 week (gemiddelde is 0,22).
- Een Uniform verdeelde random vertraging is voldoende realistisch en heeft het voordeel dat er geen uitschieters naar boven of beneden zijn. Voor verdere orderverwerking, zie proces "impverwerking".

Verdere berekeningen bij een normale order:

- Bijwerken aantal in bestelling.
- Bijwerken EV.
- Tellen van het aantal voorraadorders.
- Bestelkosten in rekening brengen.

Deelproces spoedorder.

Er wordt een spoedorder geplaatst wanneer niet direkt uit voorraad geleverd kan worden en geen voorraadorder onderweg is, d.w.z. in wachtrij "transport" staat.

De procedure verloopt dan als volgt:

- De bestelde hoeveelheid bij een spoedorder is altijd gelijk aan de hoeveelheid tekort op een aanvraag.
- Gegevensoverdracht: zie plaatsen in wachtrij "binnenkomst" bij deelproces "order".
- De wachttijd voor een spoedorder is vastgesteld op 0,0001 week wat overeenkomt met een telefonische bestelling van een minuut (zie ook deelproces "impverwerking").

Verdere berekeningen:

- Bijwerken aantal in bestelling.
- Bijwerken EV.
- Tellen van het aantal spoedorders.
- Kortingsverlies in rekening brengen (20 % van de artikelprijs).
- Verzendkosten in rekening brengen.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN. MODELBE SCHRIJVING

Deelproces leverantie.

Het transport van de importeur naar de dealer wordt gesimuleerd in de wachtrij "transport". Aan iedere dealer is een gemiddelde transporttijd toegekend. Bij voorraaddorders varieert de transporttijd random volgens een Uniforme verdeling tussen de grenzen 0,5 en 1,5 maal de inputparameter transporttijd. Bij spoedorders wordt uitgegaan van bestelling per post die een dag in beslag neemt.

Bij het binnenkomen van een order worden de artikelen aan de fysieke voorraad van de dealer toegevoegd. Vervolgens worden eerst eventuele backorders voor klanten van de dealer afgewerkt. Indien onvoldoende artikelen zijn binnengekomen om een backorder volledig uit te leveren, wordt slechts geleverd wat op dat moment in voorraad is. De backorder blijft dan voor het resterende aantal in de naleveradministratie staan (zie figuur 7.1, wachtrij nalevering voor klant. Dit proces zorgt voor de overdracht van de in deelproces "order" genoemde gegevens van wachtrij "binnenkomst" naar wachtrij "in-behandeling" (deze staat niet in figuur 7.1.). Deze verwerkingstijd wordt random gevarieerd volgens een Uniforme verdeling tussen de grenzen 0,8 en 1,2 maal de input verwerkingstijd.

"Imp-verwerking" maakt onderscheid tussen spoed- en voorraaddorders; voor beide kan een gemiddelde verwerkingstijd opgegeven worden. Een telefonische afhandeling van een spoedorder wordt gesimuleerd door 0,0001 week ofwel 1 minuut te kiezen voor zowel "binnenkomst" als "inbehandeling", wat samen met "transport" de spoed-levertijd brengt op een werkdag.

Kapaciteit importeur.

Door deze wijze van orderverwerking beïnvloeden de orders elkaars verwerkingstijd niet, hetgeen een onbegrensde verwerkingscapaciteit bij de importeur voor dit artikel veronderstelt. Dit is in drie opzichten realistisch:

- Er wordt een (1) artikel tegelijk gesimuleerd, terwijl het capaciteits-aspekt de interactie van meerdere artikelen veronderstelt. Simulatie van meerdere artikelen is achterwege gelaten, aangezien dit het proces te gekompliceerd zou maken.
- Het is reeel te veronderstellen dat de importeur zijn personeelsbezetting in het verleden steeds heeft aangepast aan het aantal dealers.
- Indien de verwerkingscapaciteit beperkt is, zouden wachtende normale orders teruggeschoven worden in de wachtrij "inbehandeling" voor de verwerking van spoedorders. Aangezien het aantal dealers variabel is, zou dat boven een bepaald aantal dealers tot een zogenaamde "wind-up" van het systeem leiden, omdat uitstel van orders steeds meer spoedorders uitlokt, die de normale orders steeds verder terugdringen.

Het is wel denkbaar dat zulke situaties zich in de praktijk incidenteel voordoen, maar dat valt buiten de vraagstelling van dit onderzoek.

7.2.2.2. Proces importeur

In deelproces "importeur" worden dezelfde systeemp parameters bijgewerkt als genoemd in deelproces "dealer". Na de vertraging van de wachtrij "inbehandeling" verloopt de verwerking van een dealer-order analoog aan de verwerking van een klanten-aanvraag bij de dealer. Voor het transport van orders van de importeur naar de dealers vindt een gegevensoverdracht plaats

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN. MODELBSCHRIJVING

naar wachtrij "transport", waar de orders met een Uniform verdeelde random vertraging in verblijven.

Deelproces importeur-bestelling.

Het deelproces "impbestelling" bij de importeur verloopt analoog aan "order" bij de dealers. De startwaarden voor het gemiddelde en spreiding van de vraag ten behoeve van de B-nivo-berekening zijn samengesteld uit de inputwaarde voor gemiddelde en spreiding van de vraag bij de dealers.

Fabrieksbestelling

Deelproces "impbestelling" plaatst voorraadbestellingen in de wachtrij "fabrieksbestelling" met een Lognormaal-verdeelde levertijd (zie figuur 7.1.) De onregelmatigheid van deze levertijd kan ingesteld worden door een waarde voor M' op te geven (zie Hst.3.3.3.). Er is gesimuleerd met de waarden:

$M' = 0,5, 1,0, 1,5 \text{ en } 2,0.$

Deelproces importeur-spoedbestelling.

Bij de importeur wordt tot een spoedbestelling besloten (aktivering deelproces "impspoedbestelling"), als geldt:

$$\text{InNal} / \text{order} > 0,5$$

waarin: InNal = Aantal in nalevering op deze order.

Dit betekent dat geen spoedbestelling wordt geplaatst indien voor minstens de helft aan de binnenkomende normale order kan worden voldaan. Normale orders zijn immers bestemd voor voorraadvorming bij de dealers.

In geval van een spoedorder van een dealer waar niet aan voldaan kan worden, wordt een spoedbestelling bij de fabriek geplaatst, indien de verwachte aankomst-datum van een spoedorder na de geplande datum van binnenkomst van een voorraadorder valt.

De levertijd volgt een Lognormale verdeling, met een gemiddelde uit de inputwaarde en een spreiding afgeleid uit M' .

Deelproces fabrieks-leverantie.

Als de levertijd van een door de importeur bij de fabriek geplaatste bestelling verstreken is dan wordt deelproces "fabrieksleverantie" actief:

- Het bestelde aantal wordt aan de fysieke voorraad van de importeur toegevoegd.
- Eventuele naleveringen voor dealers die nog in de wachtrij "impnalev" staan, worden eerst aan de dealers geleverd. Dit gebeurt door naleveringen uit wachtrij "impnalev" te halen en in de wachtrij "transport" te plaatsen (zie ook deelproces "leverantie"). De gegevens dealernummer, bestelhoeveelheid en al of niet spoedorder worden overgedragen.
- Indien onvoldoende artikelen vanaf de fabriek zijn binnengekomen om een nalevering volledig uit te leveren, wordt slechts geleverd wat er in voorraad is.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN

MODELBSCHRIJVING

In deelproces "fabrieksleverantie" worden berekeningen uitgevoerd voor de gemiddelde voorraad, stockouts en economische voorraad.

Deelproces importeur-voorspelling.

Deelproces "impvoorspelling" verloopt analoog aan deelproces "voorspelling" van de dealers. Als startwaarde voor de voorspelling wordt de som van de input gemiddelde vraag bij de dealers genomen.

7.2.3 Procesbeschrijving uitwisselmodel

De verschillen tussen uitwisselmodel (UM) en basismodel (BM) zijn geïmplementeerd in deelproces "importeur"; alle overige processen zijn identiek.

Deelproces importeur.

Voor een tekort dat door een voorraad-order veroorzaakt wordt, plaatst de importeur slechts dan een spoedbestelling, wanneer de dealerorganisatie onvoldoende reserve bezit. Dit is het geval indien voor geen enkele dealer geldt:

- Fysieke voorraad \geq bestelnivo.

- Fysieke voorraad > 0 .

N.B.: Het bestelnivo kan ≤ 0 zijn.

De importeur stemt zodoende zijn eigen bevoorrading af op de bij de dealers aanwezige voorraden.

Een spoedorder van een dealer wordt in het UM als volgt behandeld:

- De importeur levert indien mogelijk het gevraagde aantal aan de dealer.

- Indien hij het gevraagde aantal niet kan leveren dan wordt de dichtstbijzijnde dealer gezocht waarvoor geldt:

- Fysieke voorraad > 0 .

- Fysieke voorraad \geq bestelnivo.

- Fysieke voorraad \geq gevraagde aantal.

Voldoet een der dealers aan die eisen dan wordt het gevraagde aantal van het artikel uitgewisseld.

N.B.: Het is mogelijk dat een uitwisseling de voorraad onder het B-nivo brengt, waardoor de leverende dealer direkt een voorraadorder plaatst.

- Indien het gevraagde aantal niet in z'n geheel geleverd kan worden, levert eerst de importeur datgene wat hij in voorraad heeft, waarna het resterende aantal gezocht wordt bij die dealers waarvoor geldt:

- Fysieke voorraad > 0 .

- Fysieke voorraad \geq bestelnivo

Steeds wordt geprobeerd of de dichtstbijzijnde dealer kan leveren, daarna de op een na dichtstbijzijnde enz.

Bij een uitwisseling komen de verzendkosten (input-parameter) ten laste van de ontvangende dealer; deze betaalt tevens 20 % van de bruto-verkoopprijs per stuk aan de leverende dealer. Tijdens de simulatie is steeds f 15,- verzendkosten aangehouden, aangezien het PTT-tarief voor een postpakket van 7 - 10 kg f 13,25 bedraagt (Posttarieven Nederland 1983).

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN MODELBSCHRIJVING

7.2.4 Input van de modellen

Input dealers

De volgende parameters kunnen door de gebruiker gekozen worden:

- Startwaarde fysieke voorraad (stuks)
- Interval tussen twee voorspellingen (weken)
- Gemiddelde aanvraag per klant (stuks)
- Spreiding in de aanvraag per klant
- Gemiddeld interval tussen twee klanten (weken)
- Spreiding in interval tussen twee aanvragen
- Effeningsparameter
- Servicegraadoelstelling
- Bestelkosten per regel (guldens)
- Voorraadkostenfaktor
- Transportvertraging (weken)

Input importeur

De volgende parameters kunnen door de gebruiker gekozen worden:

- Startwaarde fysieke voorraad (stuks)
- Interval tussen twee voorspellingen (weken)
- Levertijd van de fabriek i.g.v. voorraadorders (weken)
- Levertijd van de fabriek i.g.v. spoedorders (weken)
- Effeningsparameter
- Servicegraadoelstelling
- Bestelkosten per regel (guldens)
- Voorraadkostenfaktor
- Prijs van het artikel bij de dealer (guldens)
- Discountfaktor voor prijs van het artikel bij de importeur
- Verwerkingstijd voorraadorders van dealers (weken)
- Verwerkingstijd spoedorders van dealers (weken)
- Verzendkosten van het artikel in geval van spoedorder.

Input hoofdprogramma.

De volgende gegevens kunnen door de gebruiker gekozen worden:

- Aantal dealers
- Simulatieduur (jaren)
- Wel of niet uitvoer van maandgegevens
- Wel of niet uitvoer van jaargegevens.
- Keuze van servicegraad-definitie:
 - beta of gamma
 - Poisson- of Normale verdeling
- Wel of niet een piek en zo ja dan:
 - Starttijdstip en duur van de piek.
 - Verkleiningsfaktor voor aantal en interval vraagproces.
- Wel of niet een levenscyclus en zo ja dan:
 - lengte van de levenscyclus.
- Wel of niet onregelmatige levertijden en zo ja dan:
 - de waarde van M' .

Voor output van de simulaties zij men verwezen naar Van Osta [1984].

SIMULATIE MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

7.3 RESULTATEN EN KONKLUSIES

7.3.1 Inleiding

Met het in de vorige paragrafen beschreven simulatiemodel is een aantal simulaties uitgevoerd volgens een bepaald schema, waarbij het verloop van de variabelen strak bepaald is en zoveel mogelijk de probleemstelling gevolgd is.

Het zou teveel ruimte vergen om de resultaten van alle simuleringsuitgebreid weer te geven; daarom is volstaan met figuren waarin de belangrijkste resultaten zijn weergegeven.

Bij de bespreking van de resultaten wordt gebruik gemaakt van grafieken, waarin de meet-punten door lijntjes met elkaar verbonden zijn.

Bij alle runs gaat het om een (1) artikel, met als vaste kenmerken:

- de prijs: f 100,- ;
- voorraadkosten: f 25,- per stuk per jaar ;
- bestelkosten bij dealers: f 5,- per bestelregel ;
- bestelkosten bij importeur: f 6,- per bestelregel ;

Vooralsnog is afgezien van variatie van deze kenmerken, omdat de vraagstelling primair de logistieke processen betreft.

7.3.2 Variatie van levertijden

In run 1 t/m 32 wordt het effect van de levertijd fabrikant-importeur op de distributieketen in Nederland nagegaan. Daarbij zijn de ingangsvariabelen:

1. afnamekarakteristiek (goed- c.q. langzaamlopend artikel); (2x)
2. gemiddelde levertijd (7 of 14 weken); (2x)
3. soort model (uitwissel- (UM) of basis- (BM)); (2x)
4. onregelmatigheidsfactor levertijd M'. (4x)

Dat levert $2 \times 2 \times 2 \times 4 = 32$ combinaties op. De startvoorraden zijn niet als aparte ingangsvariabelen geteld, aangezien het effect ervan op een simulatieduur van 10 jaar gering is, mits ze in redelijk verband staan met het afnameniveau.

Wanneer gesproken wordt van stockouts wordt bedoeld stuks x weken tekort.

De met '*' aangegeven variabelen aan het begin van iedere run-bespreking worden gewijzigd ten opzichte van andere runs.

7.3.2.1. Goedlopend artikel - run 1 t/m 8

Kenmerken run 1 t/m 8:

- | | | |
|--|---------------|---|
| - Basismodel (BM): | run 1 t/m 4 | |
| - Uitwisselmodel (UM): | run 5 t/m 8 | |
| - Aantal dealers | 10 | |
| - Gemiddeld aantal per aanvraag van een klant: | 2,0 stuks | * |
| - Gemiddeld interval tussen twee aanvragen: | 2,6 weken | * |
| -> afname op dealerniveau: | 40 stuks/jaar | * |
| - Onregelmatigheidsfactor levertijd = M' = | 0,5 (0,5) 2,0 | |
| - Simulatie duur: | 10 jaar | |

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

- Levertijd importeur (Li):	7 weken	*
- β -ds dealers:	0,95	
- β -ds importeur:	0,95	
- Startvoorraad dealers:	6 stuks	
- Startvoorraad importeur:	40 stuks	*

De omzet bij de importeur voor dit artikel met deze kenmerken beloopt ca.: $10(\text{dealers}) \times 40(\text{stuks}) \times f 100,-(\text{verkoopprijs}) \times 0,5(\text{marge tussenhandel}) = \text{ca. } f 20.000,-$. Voor importeur X betekent dat ca. 0,5 % van de omzet. Bij importeur X omvat de groep met afname > 200 stuks ca. 125 artikelen; dat is ca. 0,6 % van het totale bestand en ca. 1,6 % van het bestand met afname > 0. De groep met omzet > f 20.000,- omvat ca. 0,1 % van het totale pakket en ca. 0,25 % van de 'aktieve' artikelen.

Resultaten importeur run 1 t/m 8.

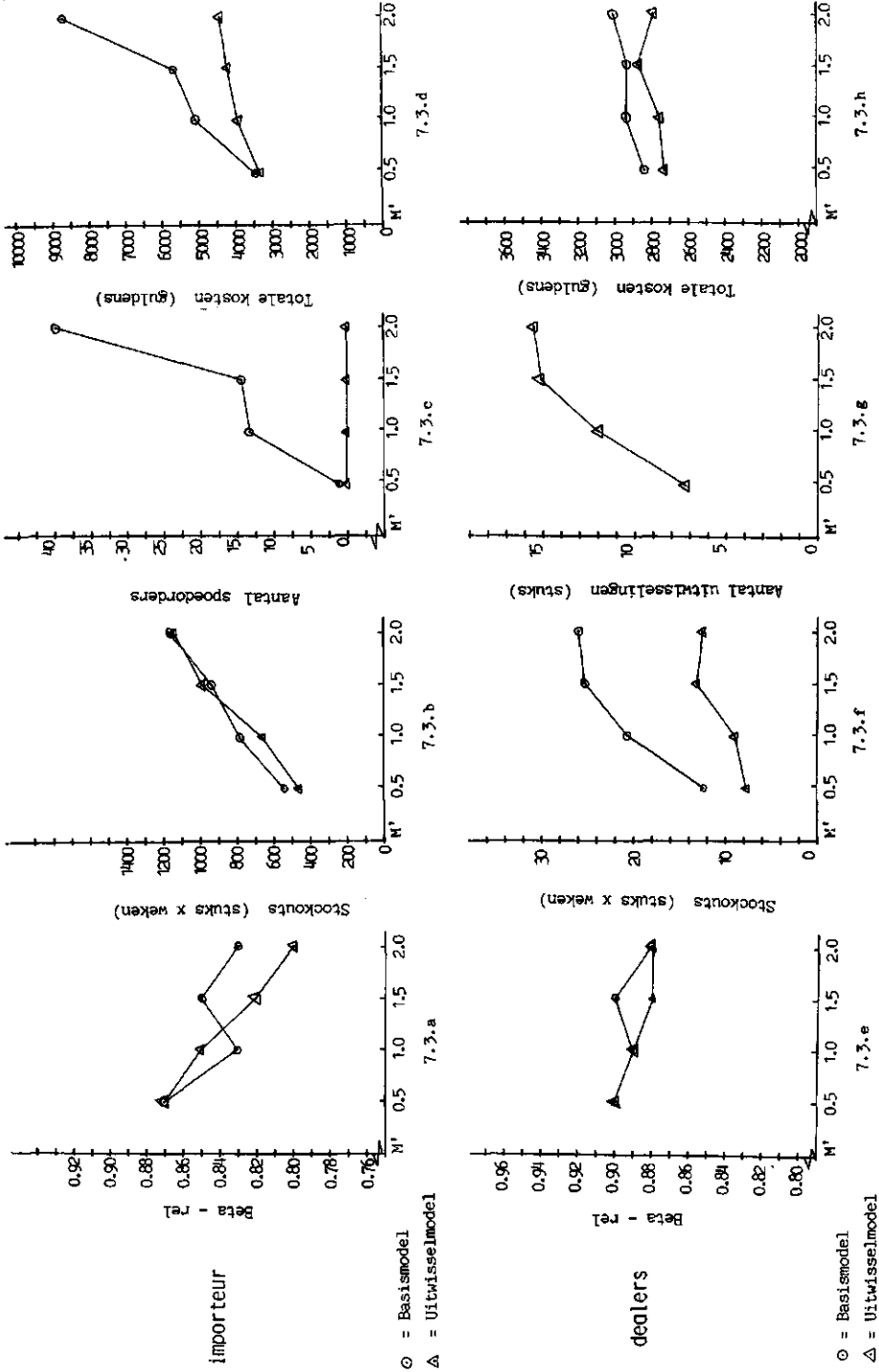
β -rel: In figuur 7.3.a is te zien dat in het EM de importeur bij onregelmatiger levertijd een hogere servicegraad realiseert dan in het UM. Dit valt te verklaren uit het feit dat in het EM de importeur de beslissing tot een spoedorder slechts baseert op zijn eigen voorraadsituatie. Het netto-effect van spoedorders is evenwel dat de bestelcyclus langer wordt dan waarop de optimalisering van B-nivo gebaseerd was; hierdoor kan de fraktie direkt geleverd (β -rel) bij de importeur in het UM LAGER uitvallen dan in het EM. Dit is ook waar te nemen bij vergelijking van de simulaties, zie run 1 t/m 8 (korte L) en 9 t/m 16 (lange L).

Spoedorders: In het UM daarentegen houdt de importeur bij de beslissing voor een spoedorder rekening met de voorraden bij de dealers. Zie Hst 7.1. (modelbeschrijving). Indien de fysieke voorraad bij een of meer dealers nog boven het bestelnivo ligt, zal door de importeur geen spoedorder worden geplaatst. In plaats van zo snel mogelijk met spoedorders de eigen voorraad aan te vullen vertrouwt de importeur in het UM op de mogelijkheid tot uitwisselen tussen dealers onderling ingeval er bij een van hen een tekort-situatie ontstaat. Gevolg van deze handelwijze is dat slechts het per voorraadorder bestelde aantal aan de voorraad van de importeur wordt toegevoegd en niet ook nog een aantal afkomstig van spoedorders.

Stockouts: Bij toeneming van de onregelmatigheid van de levertijd is in beide modellen (EM en UM) de prestatie van de importeur ten aanzien van de stockouts (stuks * weken) vrijwel gelijk, zie figuur 7.3.b. De stockouts van de importeur in het EM zijn voor $M' = 1,5$ zelfs kleiner dan in het UM, hetgeen weer het gevolg is van de verlenging van de bestelcyclus door de spoedorders die de importeur in het EM plaatst (figuur 7.3.c).

Kosten: In figuur 7.3.d is duidelijk een verschil in kosten bij de importeur te constateren tussen het EM en het UM, zelfs oplopend tot een faktor 2 bij $M' = 2$. Belangrijkste oorzaak hiervoor is het verschil in aantal spoedorders, zie figuur 7.3.c. en d. Opmerkelijk is dat de gevolgen voor de klanten van de dealers tamelijk gering zijn; zie dealers.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN
 RESULTATEN EN KONKLUSIES



Figuur 7.3. Run 1 t/m 8. Goed lopend artikel. L-imp=7 wk, D-imp=40 st/jr.
 Figure 7.3. Fast moving article; leadtime-importer=7 weeks.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

Resultaten dealers run 1 t/m 8.

β -rel: Bij de dealers is geen groot verschil te constateren (figuur 7.3.e.) tussen de β -rel in het UM of het EM. Vermoedelijke oorzaken voor het iets hoger uitvallen van β -rel in het EM zijn:

- Een dealer die voorraad beschikbaar stelt aan anderen (UM) vergroot daardoor bij zichzelf de buitenvoorraadkans enigermate; dit is het gevolg van een verkorting van de bestelcyclus t.o.v. de optimalisatie-waarde.
- Er is in het UM geen verhoging van de performance indicator β -rel te verwachten, omdat een uitwisseling "getriggerd" wordt door een tekort, zodat ook na een uitwisseling het tekort al volledig in de servicegraad verdiskonteerd is.

Spedorders: Het aantal spedorders door de dealers is in beide modellen (UM en EM) ongeveer gelijk. Het aantal uitwisselingen neemt echter toe als de onregelmatigheid van de levertijd fabrik-importeur (Li) toeneemt, zie figuur 7.3.g.

Stockouts: Vergelijking van de stockouts (figuur 7.3.f.) laat zien dat deze in het UM aanzienlijk lager uitvallen dan in het EM. Hieruit blijkt dat door de snelle uitwisseling de duur van het tekort bij de dealers en dus de wachttijd voor de klant aanzienlijk teruggebracht kan worden.

Kosten: Figuur 7.3.h toont dat de totale kosten bij de gezamenlijke dealers in het UM 1,5 a 7,5 % lager zijn dan in het EM. Belangrijkste oorzaak van dit verschil is dat het in rekening gebrachte kortingverlies bij de dealer in geval van uitwisseling ten goede komt aan de leverende dealer en niet aan de importeur zoals in het EM.

Konklusies run 1 t/m 8:

- Onder de uitgangskondities (afnamekarakteristiek e.d.) ontlopen de performance-indicators op importeursnivo (β -rel en stockouts) in het basismodel of het uitwisselmodel elkaar weinig.
- Omdat in het basismodel de importeur deze service slechts kan bereiken met behulp van een aantal (dure) spedorders, zijn de totale kosten op importeursnivo in het basismodel aanzienlijk hoger, variërend van 5 % tot 100 %.
- Op dealernivo is de service aan klanten in het uitwisselmodel beter, met name voor wat betreft de duur van de tekorten (figuur 7.3.f).
- Het belang van de uitwisselingen neemt toe naarmate de onregelmatigheid van de levertijd (fabrikant-importeur) toeneemt.
- De totale kosten van het gehele dealer-voorraadsysteem zijn in het uitwisselmodel iets lager.
- Blijkbaar is een uitwisseling tussen dealers in Nederland voor de klant effectiever dan een spedorder uit het buitenland. Hieruit blijkt dat de hoge kosten voor spedorders bij de importeur een argument kunnen zijn om de bedrijfsvoering te wijzigen van een basismodel naar een uitwisselmodel.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN

RESULTATEN EN KONKLUSIES

7.3.2.2 Goedlopend artikel - run 9 t/m 16

Kenmerken run 9 t/m 16:

- Basismodel (EM):	run 9 t/m 12
- Uitwisselmodel (UM):	run 13 t/m 16
- Aantal dealers:	10
- Gemiddeld aantal per aanvraag van een klant:	2,0 stuks
- Gemiddeld interval tussen twee aanvragen:	2,6 weken
-> afname op dealernivo:	40 stuks/jaar *
- onregelmatigheidsfaktor levertijd = M' =	0,5 (0,5) 2,0
- Simulatieduur:	10 jaar
- Levertijd fabriek (Li):	14 weken *
- β -ds dealers:	0,95
- β -ds importeur:	0,95
- Startvoorraad dealers:	6 stuks
- Startvoorraad importeur:	20 stuks *

Resultaten importeur run 9 t/m 16.

β -rel: In figuur 7.4.a is te zien dat de importeur in het UM een hogere β -servicegraad realiseert dan in het EM.

Stockouts: De stockouts bij de importeur zijn lager in het UM dan in het EM, zie figuur 7.4.b.

Indien men het effect van de levertijd fabriek-importeur op de servicegraad bekijkt (figuur 7.3.b en 7.4.b), dan valt op dat bij verdubbeling van de levertijd de importeur in het UM veel lagere stockouts realiseert dan in het EM. Dit heeft twee oorzaken:

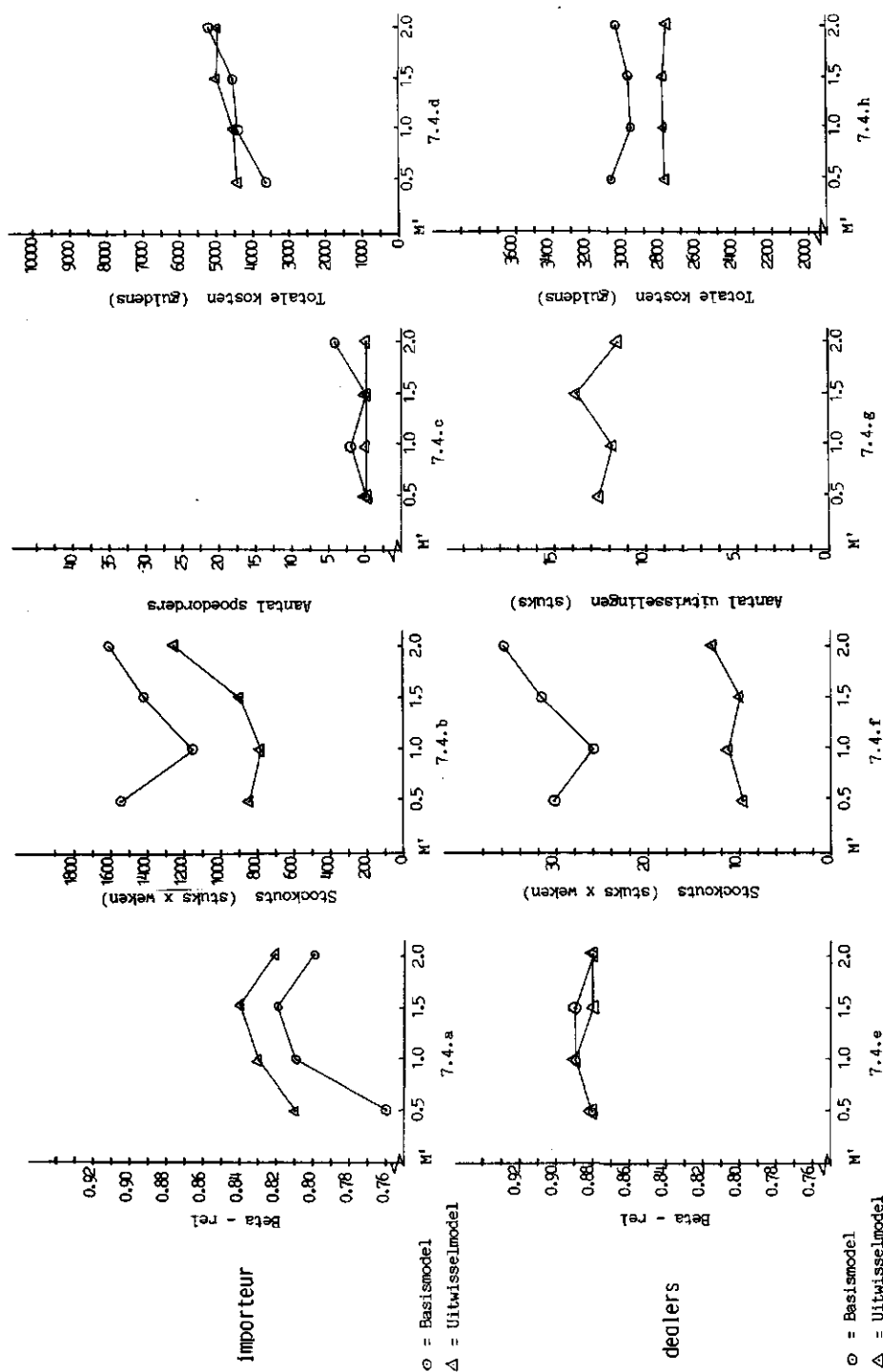
1. In het EM pleegt de importeur minder spoedorders bij de lange levertijd dan bij de korte (zie figuur 7.3.c en 7.4.c), terwijl in het UM de uitwisselingen sowieso tot minder spoedorders leiden.
 2. In het UM wordt bij de importeur regelmatig meer vraag geregistreerd dan er afgenomen wordt, in welke gevallen het B-nivo bij de importeur te hoog uitvalt.
- ad 1. In het EM kan het aantal stuks in nalevering bij de importeur oplopen door zowel voorraadorders als spoedorders van dealers. In het UM kan aan die spoedorders voor een belangrijk deel worden voldaan door uitwisselingen, waardoor het aantal in nalevering minder sterk zal stijgen. De stockouts vallen mede daarom lager uit in het UM. Hoewel met een 2 maal zo lange levertijd fabrikant-importeur is gesimuleerd, is het aantal spoedorders niet toegenomen, maar zelfs gedaald. Dit is logisch te verklaren met behulp van de modelbeschrijving en de definiering van M' (zie 3.3.11):

$$M' = \frac{\sigma(L)}{\sqrt{\mu(L)}} \quad (7.2.1)$$

Stel $M' = 2$: voor $\mu(L) = 7$ wordt $\sigma(L) = 5,29$,
voor $\mu(L) = 14$ wordt $\sigma(L) = 7,48$.

Door het wortel-teken in de noemer neemt $\sigma(L)$ bij toenemende M' niet evenredig met $\mu(L)$ toe. De kans op levertijden die bijvoorbeeld

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES



Figuur 7.4. Run 9 t/m 16. Goedlopend artikel. L-imp=14 wk, D-dlr=40 st./jr.
Figure 7.4. Fast moving article; leadtime-importer=14 weeks.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN

RESULTATEN EN KONKLUSIES

1,5 a 2 maal zo lang zijn als het gemiddelde is dus bij $\mu(L) = 14$ kleiner dan bij $\mu(L) = 7$.

In Hst.7.1 is beschreven dat de importeur pas tot een spoedorder besluit indien de verwachte aankomstdatum van de spoedorder valt voor de geplande aankomstdatum van een reeds geplaatste voorraadorder. De levertijd van een spoedorder is in alle runs de helft van die van een voorraadorder.

Bovengenoemde procedure en de definitie van M' zijn er de oorzaak van dat het aantal spoedorders veel kleiner is geworden bij een tweemaal zo grote levertijd.

- ad 2. Een uitwisseling komt pas tot stand nadat een dealer een aanvraag gedaan heeft bij de importeur; deze aanvragen worden bij de importeur geregistreerd en gebruikt voor de afnamevoorspelling, maar niet daadwerkelijk geleverd. Later komt "dezelfde" aanvraag nog een keer terug bij de importeur, maar is dan afkomstig van de dealer die bij de uitwisseling aan de andere dealer leverde. Het effect hiervan is dat het B-nivo van de importeur in het UM systematisch hoger uitvalt dan in het BM, wat weer een hogere β -rel tot gevolg heeft.

Door deze effecten (meer voorraad in UM en weinig spoedorders in BM) nemen vooral de voorraadkosten van de importeur in het UM toe (fig. 22), waardoor de totale kosten voor de importeur in het UM iets hoger uitvallen dan in het BM.

Valse vraagvorming.

Oorspronkelijk is bepaald dat de importeur alle aanvragen registreert om zodoende een realistische servicegraad-meting te krijgen (zie Hst. 3.4. : vraag en afname). Omdat bij de huidige verhoudingen uitwisseling een zaak is tussen twee onafhankelijk van de importeur opererende dealers, is het niet waarschijnlijk dat de dealers van elke uitwisseling een afschrift naar de importeur sturen, die dat weer op zijn vraagcijfer afboekt. Als men hier wel toe over zou gaan, zou het genoemde effect weer verdwijnen.

Een bijkomend aspect van deze valse vraagvorming is dat de hierdoor veroorzaakte voorraadverhoging een golfkarakter gaat krijgen, vooral wanneer er veel uitwisselingen plaatsvinden. Wanneer bij de importeur veel niet-gehonoreerde aanvragen geregistreerd worden, gepaard gaande met even zo vele uitwisselingen, worden deze enige tijd later gevolgd door vervroegde aanvulorders van de dealers. Door het uitwisselen wordt de voorraad namelijk sneller uitgeput. Tegen de tijd dat alle aanvulorders in het systeem uitgeleverd zijn, ligt er bij de importeur teveel voorraad, zodat uitwisselingen een tijdlang uitblijven.

Zo'n golf van voorraadverhoging bij de importeur vanwege valse vraagvorming duurt in het model ca. 3 maanden, afhankelijk van afnamekarakteristiek. Het optreden van zo'n golf komt voort uit een toevallig samenvallen van verscheidene uitwisselingen en is niet te voorspellen.

Resultaten dealers run 9 t/m 16

De β -rel bij de dealers verschillen nauwelijks in het BM of het UM (figuur 7.4.e).

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

De stockouts (figuur 7.4.f) daarentegen tonen een belangrijk verschil in prestatie tussen het BM en het UM. De stockouts bij de dealers zijn in het BM beduidend hoger dan in het UM. De verdubbeling van de levertijd fabriek-importeur veroorzaakt in het BM iets hogere stockouts. In het UM heeft de verdubbeling van de levertijd geen significante invloed op de stockouts bij de dealers (vergelijk figuur 7.3.f en 7.4.f). Het aantal uitgewisselde onderdelen per dealer blijft vrij konstant bij het toenemen van M' (figuur 7.3.g en 7.4.g). De totale kosten van alle dealers zijn in het BM iets hoger dan in het UM (figuur 7.4.h).

Konklusies run 9 t/m 16:

- Het financiële voordeel van het uitwisselmodel t.o.v. het basismodel bij korte levertijd fabriek-importeur vervalt bij langere levertijden, omdat dan in het basismodel relatief minder spoedorders optreden.
- De gerealiseerde service (β -rel en stockouts) door de importeur is in het uitwisselmodel beduidend hoger dan in het basismodel.
- Op dealernivo is de service aan klanten in het uitwisselmodel beter, met name voor wat betreft de duur van de tekorten (figuur 7.4.f). De klant merkt in het uitwisselmodel weinig verschil tussen de korte (7 weken) of de langere (14 weken) levertijd fabriek-importeur.
- Het belang van de uitwisselingen is met het toenemen van de levertijd bij de importeur iets vergroot.
- De kosten op dealernivo zijn in het uitwisselmodel iets lager.

7.3.2.3 Langzaamlopend artikel - run 17 t/m 24 Kenmerken run 17 t/m 24

- Basismodel (BM):	run 21 t/m 24
- Uitwisselmodel (UM):	run 17 t/m 20
- Simulatieduur:	10 jaar
- Aantal dealers:	10
- Gemiddeld aantal per aanvraag van een klant:	1,5 stuks
- Gemiddeld interval tussen twee aanvragen:	39,0 weken
-> afname op dealernivo:	2 stuks/jaar *
- Onregelmatigheidsfactor levertijd = M' =	0,5 (0,5) 2,0
- Levertijd importeur:	7 weken *
- β -ds dealers:	0,95
- β -ds importeur:	0,95
- Startvoorraad dealers:	1 stuks
- Startvoorraad importeur:	22 stuks *

De omzet voor de importeur voor dit artikel met deze kenmerken beloopt ca. $10 \times 2 \times f 100,- \times 0,5 =$ ca. $f 100,-$. De afname op importeurs-nivo bedraagt ca. 20 stuks/jaar (10 dealers).

De groep met afname 20/jaar omvatte bij importeur X ca. 70 artikelen; iets ruimer gesteld omvatte de groep met $15 < \text{afname} < 25$ (stuks/jaar) ca. 460 artikelen (dat is 2 % van het totale en 5,9 % van het 'aktieve' bestand); de groep met $10 < \text{afname} < 30$ (st/jr) omvat ca. 1050 artikelen (4,9 % of 13,4 % van het bestand). De groep met $20 < \text{afname} < 50$ (st/jr) vertoont een vrij

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

konstante frekwentieverdeling en omvat ca. 750 artikelen (3,4 % of 9,5 % van het bestand).

Resultaten importeur run 17 t/m 24.

Bij deze lage jaarafnamen wordt de kans dat de uitkomsten beïnvloed worden door toevalligheden groter. Schommelingen in de service bij de importeur kunnen in sommige gevallen daaraan toegeschreven worden. In figuur 7.5.b is voor $M' = 1,0$ in het UM een stockouts waarde te zien van meer dan 50 stuks * weken. Bij nadere bestudering van de jaargegevens bleek dat 80 % van die 50 stuks * weken stockout in slechts 2 van de 10 gesimuleerde jaren viel (jaar 4 en 5). Als door een samenloop van omstandigheden (lange levertijd en verhoogde vraag) de importeur niet meer aan de vraag kan voldoen, kunnen de stockouts plotseling sterk oplopen en de totaaluitkomst sterk beïnvloeden. Hoewel deze waarde een onverwachte uitschieter betekent t.o.v. andere runs, moet het als kenmerkend voor een realistisch simulatiemodel beschouwd worden dat er af en toe onverwachte gebeurtenissen optreden. Dit biedt dan tevens gelegenheid om te zien hoe het model reageert op uitzonderlijke gebeurtenissen.

De gerealiseerde service door de importeur (β -rel figuur 7.5.a en stockouts figuur 7.5.b) varieert nogal. Er is een tendens te bespeuren dat als M' toeneemt de importeur in het UM een betere service realiseert dan in het BM. Echter de waarneming in het UM met $M' = 1,0$ toont aan dat onder toevallige uitzonderlijke gebeurtenissen (zie boven) ook andere uitkomsten mogelijk zijn.

Spedorders (figuur 7.5.c): In het BM heeft de importeur een aantal spedorders geplaatst die van invloed zijn op de gerealiseerde service. Enerzijds hebben deze spedorders in het BM tot gevolg dat er minder stockouts en een hogere β -rel gerealiseerd worden, anderzijds werken ze sterk kostenverhogend, vergelijk figuur 7.5.c en 7.5.d.

Omdat de importeur in het UM geen spedorders plaatst, wordt het totale kosten-voordeel van het UM t.o.v. het BM groter bij het toenemen van M' .

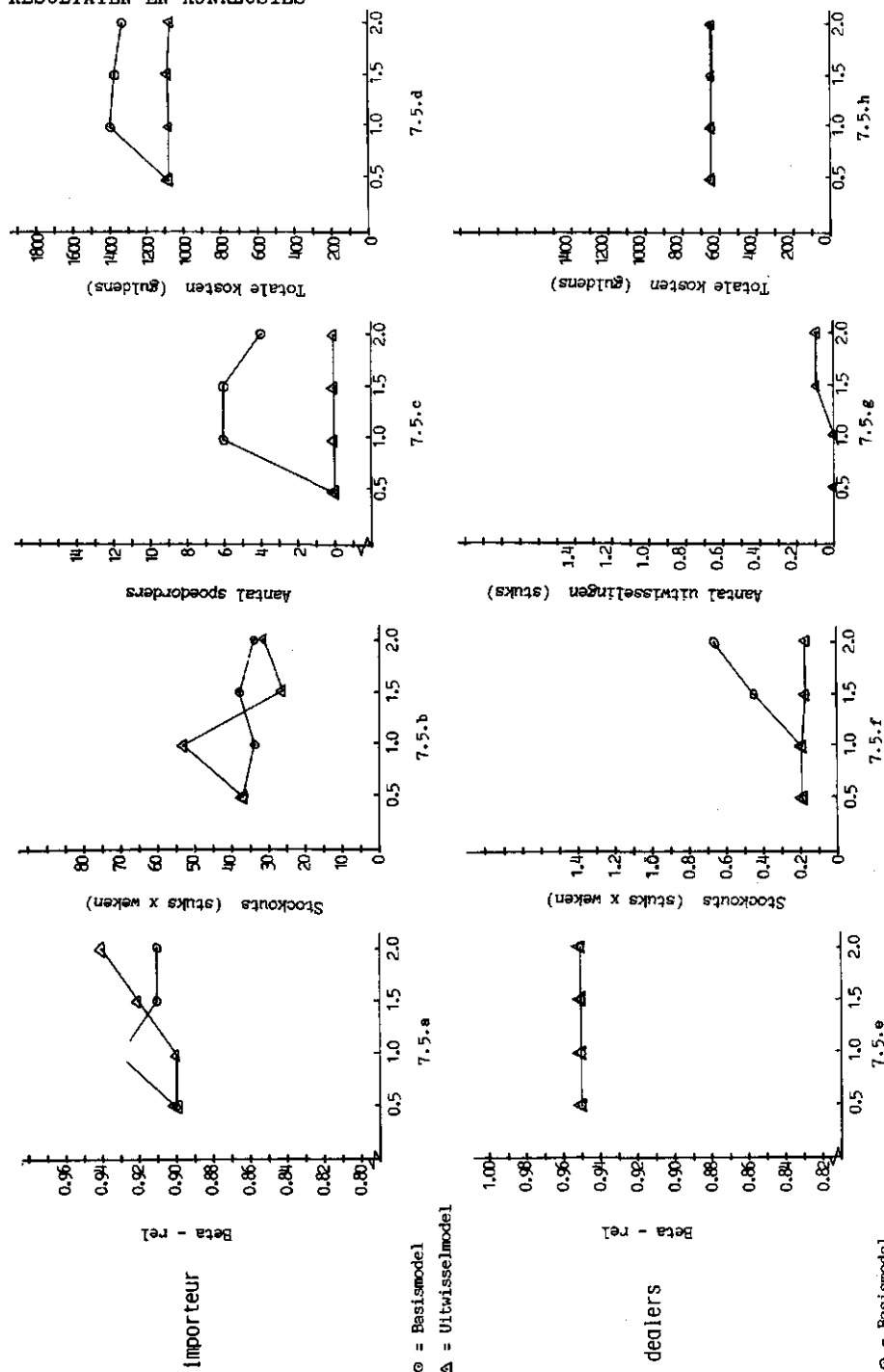
Resultaten dealers run 17 t/m 24:

De reactie die bij de importeur is waar te nemen op variatie van M' is bij de dealers nauwelijks aanwezig, zie figuur 7.5.e t/m 7.5.h. Slechts in figuur 7.5.f valt enige reactie te bespeuren op het toenemen van M' . Echter de stockouts-waarde 0,64, gemeten bij $M' = 2,0$ en BM, is op tien jaar voorraadbeheer met een afname van 2 stuks per jaar niet bepaald hoog.

Bij dit afname-nivo neemt het uitwisselen per artikel gezien niet zo'n belangrijke plaats in: slechts bij $M' = 1,5$ en $M' = 2,0$ wordt er een (1) artikel uitgewisseld.

Het verschil tussen UM en BM komt tot uitdrukking in de duur van de tekorten, doordat een uitwisseling in het UM een tekort sneller opheft dan een spedorder (import !) in het BM.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES



Figuur 7.5. Run 17 t/m 24. Langzaamlopend artikel. L-imp=7 wk, D-dlr=2 st./jr.
Figure 7.5. Slow moving article; demand-dealer=2 p.year.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

Konklusies run 17 t/m 24

- Op importeursnivo komt het verschil tussen het basismodel en uitwisselmodel vooral tot uiting door verschil in spoedorders. De invloed van de uitwisselingen op het gemiddelde voorraadnivo is beperkt vanwege het relatief geringe aantal uitwisselingen.
- De totale kosten voor de importeur zijn in het uitwisselmodel lager.
- De snelheid en regelmaat van bevoorrading van de importeur heeft bij dit vraagniveau weinig invloed op de service aan de klanten.
- Hoewel het per artikel sporadisch voorkomt, kunnen de klanten ervaren dat in het basismodel in geval van een tekort de wachttijd veel langer is. Dit effect moet echter vermenigvuldigd worden met het aantal langzaamlopende artikelen bij een dealer, zodat een tekort in een simulatie van 10 jaar voor een artikel in werkelijkheid wijst op 100 tekorten per jaar per 1000 artikelen.

De vergelijking van een goedlopend artikel met een langzaamlopend artikel volgt na de resultaten van run 25 t/m 32.

7.3.2.4 Langzaamlopend artikel - run 25 t/m 32

Kenmerken run 25 t/m 32

- Basismodel:	run 25 t/m 28	*
- Uitwisselmodel (UM):	run 29 t/m 32	*
- Aantal dealers:	10	
- Gemiddeld aantal per aanvraag van een klant:	1,5 stuks	
- Gemiddeld interval tussen twee aanvragen:	39,0 weken	
-> afname op dealerniveau:	2 stuks/jaar	*
- Onregelmatigheidsfactor levertijd = M' =	0,5 (0,5) 2,0	
- Simulatieduur:	10 jaar	
- Levertijd fabriek (Li)	14 weken	*
- β -ds dealers:	0,95	
- β -ds importeur:	0,95	
- Startvoorraad dealers:	1 stuks	
- Startvoorraad importeur:	22 stuks	

Resultaten importeur run 25 t/m 32

\$b-rel (figuur 7.6.a): UM en BM ontlopen elkaar weinig.

stockouts (figuur 7.6.b): Aangezien de importeur in het UM geen spoedorders plaatst en in het BM wel (zie figuur 7.6.c), vallen de stockouts van de importeur in het UM iets hoger uit.

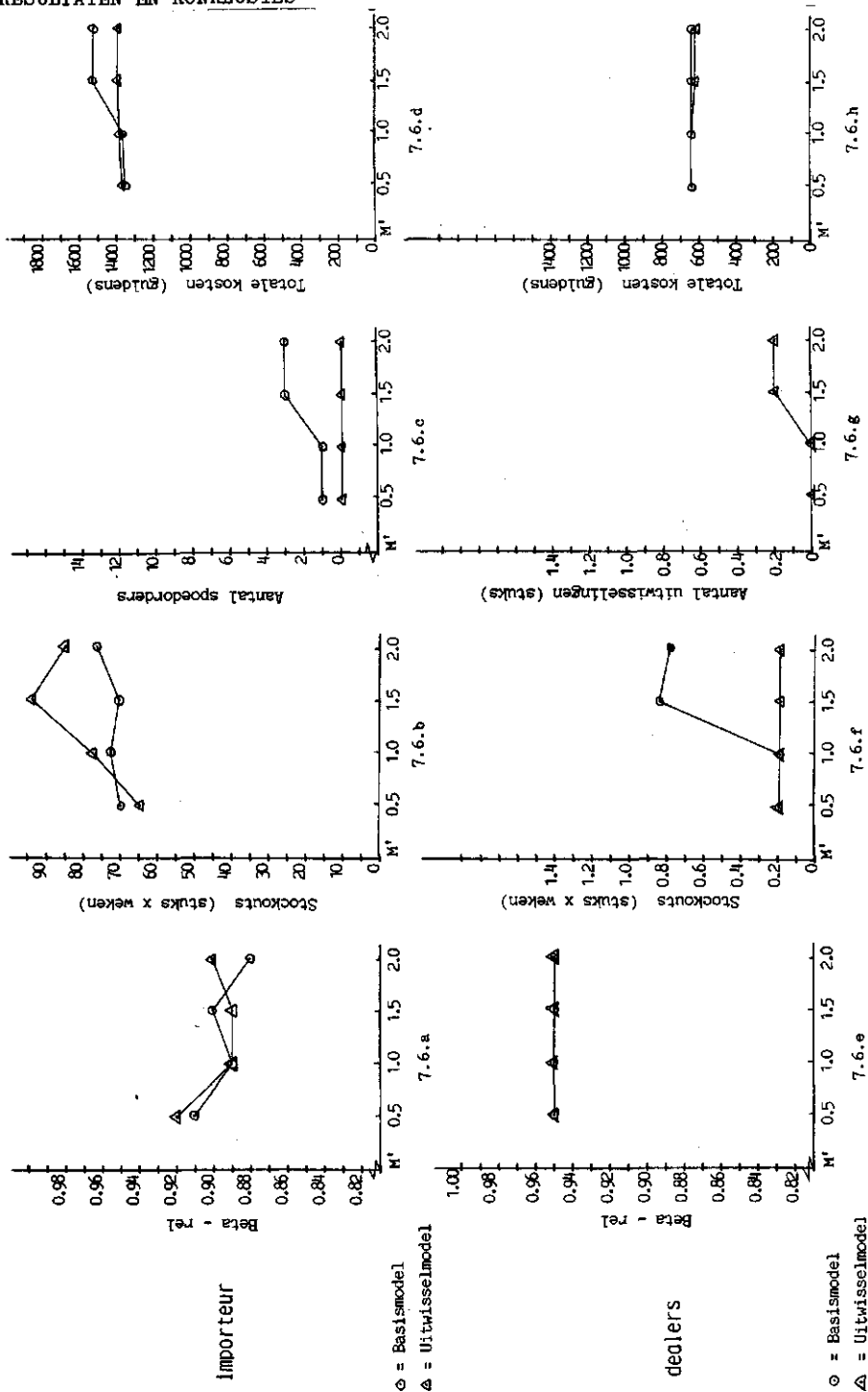
Totale kosten (figuur 7.6.d): Doordat in het BM de importeur spoedorders plaatst zijn de totale kosten hier iets hoger dan in het UM.

Resultaten dealers run 25 t/m 32:

De resultaten van run 25 t/m 32 (lange levertijd fabriek-importeur) zijn wat de dealers betreft vrijwel identiek aan de resultaten van run 17 t/m 24 (kortere levertijd). Het verschil is dat er bij run 25 t/m 32 2 stuks zijn uitgewisseld in plaats van 1, voor $M' = 1,5$ en 2,0.

In het BM zijn ten gevolge van de langere levertijd de stockouts van de

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES



Figuur 7.6. Run 25 t/m 32. Langzaamlopend artikel. L-imp=14 wk, D-dlr=2 st./jr.
Figure 7.6. Slow moving article; leadtime-importer=14 weeks.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN
RESULTATEN EN KONKLUSIES

dealers iets hoger (vergelijk figuur 7.5.f en 7.6.f).

Een nadere beschouwing van de resultaten leert dat van het totale aantal stuks * weken stockout 85 % bij een dealer geregistreerd werd. Dat betekent dat bij die dealer een klant een aanzienlijke tijd op een artikel heeft moeten wachten. In het UM is de kans op zulke uitschieters naar boven veel geringer.

Voorbeeld:

Figuur 7.6.f: $M' = 1,5$

EM: Gemiddeld 0,8 stuks * weken tekort per dealer.

UM: Gemiddeld 0,2 stuks * weken tekort per dealer.

Een spoedorder van een dealer waar direkt aan voldaan kan worden levert evenals een uitwisseling een wachttijd op van 0,2 week (1 werkdag). Een spoedorder van een dealer waaraan niet direkt voldaan kan worden, noch door de importeur, noch door een andere dealer, duurt vrijwel zeker langer.

Bij 10 dealers is in het UM een tekort van 1,8 stuks * weken opgetreden, dat is opgebouwd uit:

$$7 * 0,2 \text{ (spoedorder)} + 2 * 0,2 \text{ (uitwisseling)}$$

Bij 10 dealers is in het EM een tekort van 8 stuks * weken opgetreden, dat is opgebouwd uit:

$$8 * 0,2 \text{ (spoedorder)} + 2 * 3,2 \text{ (spoedorder)}$$

Hieruit blijkt dat in het basismodel, hoewel er op het eerste gezicht geen spectaculaire verschillen zijn tussen UM en EM, lange wachttijden op kunnen treden voor de klant, die een belangrijk verlies aan goodwill voor de dealer kunnen betekenen.

Konklusies run 25 t/m 32:

- In het uitwisselmodel realiseert de importeur een iets lagere service dan in het basismodel, waarbij de kosten ook iets lager zijn.
- Dit verschil in service door de importeur tussen het uitwisselmodel en het basismodel heeft op dealernivo geen uitwerking op de geleverde service.
- Op dealernivo is het effect van de langere levertijd in het uitwisselmodel en het basismodel vrijwel gelijk. Slechts bij de stockouts treden verschillen op ten voordele van het uitwisselmodel.
- In de duur van het tekort bij de dealers (wachttijd voor de klanten) komen bij het basismodel uitschieters naar boven voor die bij het uitwisselmodel niet voorkomen.

Vergelijking langzaamlopend en goedlopend artikel:

- De sturing naar de β -ds is beter bij een langzaamlopend artikel, vooral op dealernivo.
- Bij een langzaamlopend artikel zijn de verschillen tussen uitwisselmodel en basismodel minder omvangrijk dan bij een goedlopend artikel.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

7.3.3 Effect van uitwisselen op servicegraad

7.3.3.1 Servicegraad-nuancering bij dealers - run 17a t/m 24a Kenmerken run 17a t/m 24a:

- Basismodel:	run 17a t/m 20a	
- Uitwisselmodel:	run 21a t/m 24a	
- Aantal dealers	10	
- Gemiddeld aantal per aanvraag van een klant:	1,5 stuks	
- Gemiddeld interval tussen twee aanvragen:	39,0 weken	
-> Afname op dealernivo:	2 stuks/jaar	*
- Onregelmatigheidsfaktor levertijd = M' =	0,5 (0,5) 2,0	
- Simulatieduur:	10 jaar	
- Levertijd fabriek (Li):	7 weken	
- 5 dealers met β -ds:	0,95	*
- 5 dealers met β -ds:	0,75	*
- β -ds importeur:	0,95	
- Startvoorraad dealers:	1 stuks	*
- Startvoorraad importeur:	22 stuks	*

Motivering:

In run 1 t/m 32 werd steeds gesimuleerd met 10 identieke dealers met allen een servicegraadoelstelling β -ds = 0,95 en een afname van 40/jaar dan wel 2/jaar op dealernivo. Gevolg hiervan was dat het artikel bij iedere dealer voorraadartikel werd, waardoor veelal uit voorraad aan de vraag van klanten kon worden voldaan en het aantal spoedorders van dealers beperkt bleef.

In de werkelijkheid vindt de bevoorrading van de dealers plaats op grond van persoonlijke beoordeling door diverse magazijnmeesters. Daarbij zal de een meestal ruim inkopen, terwijl een ander systematisch te laat of te weinig bestelt. Dit zegt overigens niets over de kwaliteit van de magazijnmeester: bij een ander artikel kan de verhouding net andersom liggen, hetgeen ook kan afhangen van de inschatting van de service-gevoeligheid van dat onderdeel in die regio.

Dit effect kan gesimuleerd worden door verschillen aan te brengen in de servicegraadoelstellingen van de dealers. De verwachting is dat het aantal uitwisselingen zal toenemen en voornamelijk zal lopen van dealers met hoge β -ds naar dealers met lage β -ds.

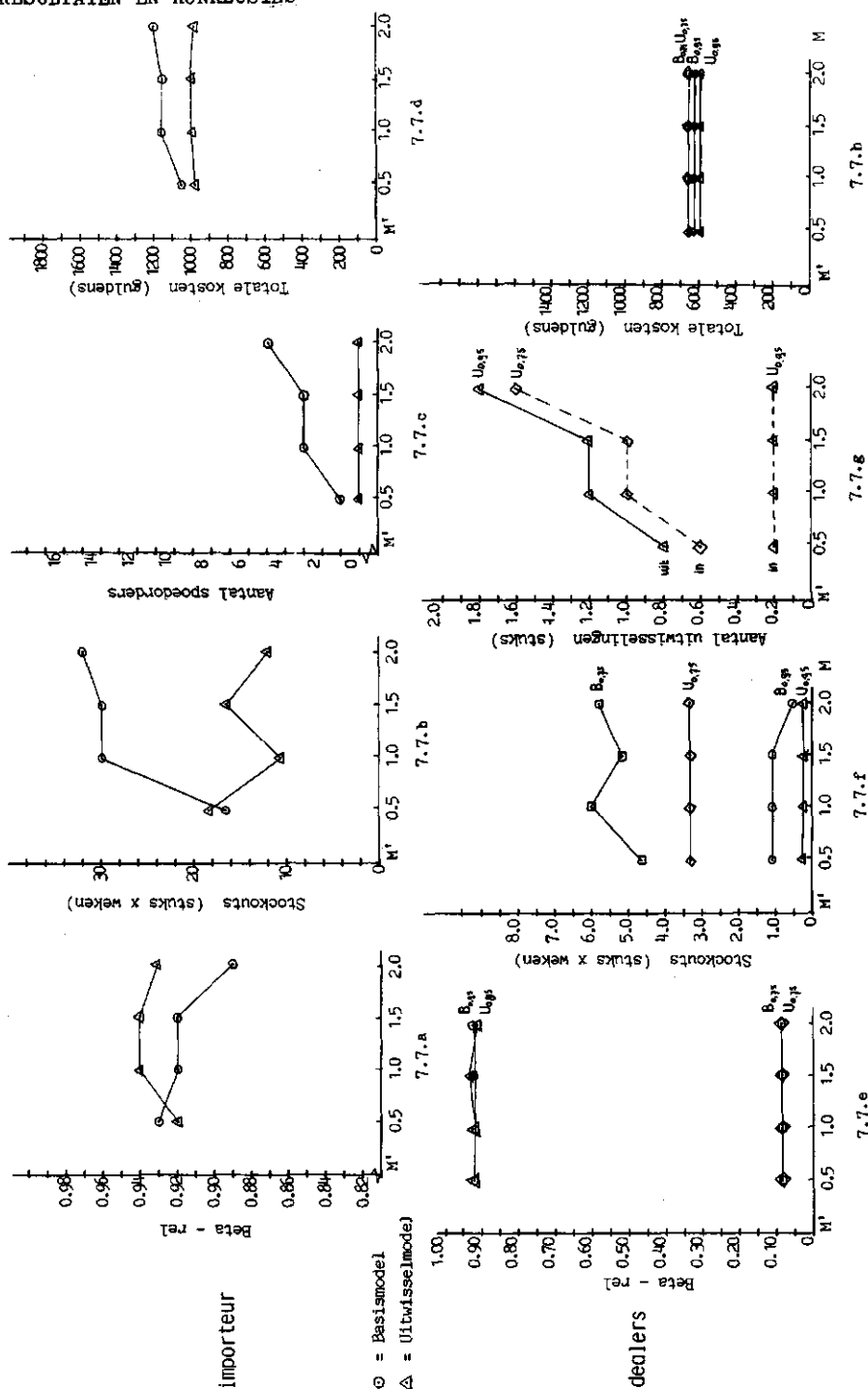
Resultaten importeur run 17a t/m 24a:

β -rel: In figuur 7.7.a is te zien dat naarmate M' toeneemt in het UM de importeur een hogere β -rel realiseert dan in het EM.

De stockouts bij de importeur vertonen hetzelfde beeld: bij toenemende M' aanzienlijk lagere stockouts in het UM dan in het EM. Hoofdoorzaak hiervan is een hoger bestelnivo in het UM door de dubbele vraagregistratie van uitgewisselde onderdelen.

De totale kosten bij de importeur (figuur 7.7.d) zijn in het UM ongeveer 10 % lager dan in het EM. Duidelijk is het verband te zien tussen de kosten van de importeur in het EM en het aantal spoedorders dat deze plaatst, zie figuur 7.7.c en 7.7.d.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES



Figuur 7.7. Run 17a t/m 24a. Vijf dealers met $\beta = 0.95$ en vijf met $\beta = 0.75$. Langaanlopend artikel. L-imp=14 wk, D-imp=2 st./jr.

Figure 7.7. Five dealers have lower service-objective: $\beta = 0.75$. Slow moving article; leadtime-importer=14 weeks.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

Resultaten dealers run 17a t/m 24a:

β -rel: voor 5 dealers is β -ds 0,95 en voor 5 andere 0,75. Bij een afname van 2 stuks per jaar en een β -ds van 0,75 blijkt het artikel geen voorraad-artikel meer te zijn (bestelnivo < 0), zodat de β -rel op 0 uit zal komen. Alle gevraagde artikelen worden dan per spoedorder besteld, zodat er altijd een wachttijd voor de klant is. Het niet geheel op nul uitkomen van β -rel bij dealers met β -ds = 0,75 (figuur 7.7.e) wordt veroorzaakt door een startvoorraad van 1 stuks bij alle 10 dealers.

In figuur 7.7.e is te zien dat er nauwelijks verschil optreedt tussen de β -rel van de dealers in het UM of het BM en dat de β -rel niet wordt beïnvloed door de variatie van M' .

Stockouts: het stockouts-plaatje (figuur 7.7.f) toont het effect van de uitwisselingen:

- het gemiddeld aantal stockouts in het UM is 0,28, dat is totaal (5 dealers) 1,40 st*w. tekort;
- aangezien de wachttijd bij een direkt gehonoreerde spoedorder of uitwisseling 0,2 wk is, zijn er dus 7 tekorten opgetreden;
- 6 daarvan zijn zowel in het UM als in het BM direkt gehonoreerd door spoedorders vanuit de importeur;
- bij 1 daarvan was de importeur buiten voorraad, zodat in het UM door uitwisseling de wachttijd tot 0,2 wk beperkt bleef, terwijl die in het BM door wachten op een import opliep tot $(5 \times 1,05) - (6 \times 0,2) = 4,05$ weken.
(BM: (5 dealers gemiddeld 1,05) - (6 x gehonoreerde spoedorder)).

Nadere bestudering van de simulatieresultaten bevestigt dat 80 % van de stockouts bij de dealers met β -ds = 0,95, op rekening komen van 1 van deze vijf.

Bij het uitwisselmodel kwamen zulke uitschieters niet voor en bleef de maximale wachttijd voor een klant beperkt tot 1 werkdag.

Vergelijking van BM(0,75) en UM(0,75) (figuur 7.7.f) toont aanzienlijk lagere stockouts bij de dealers in het UM. De service aan de klant is in beide gevallen afhankelijk van de snelheid van een spoedorder importeur-dealer. Indien de importeur uit voorraad kan leveren zal geen verschil optreden tussen UM en BM; indien hij echter buiten voorraad is, zal een dealer in het BM moeten wachten tot de voorraad van de importeur weer aangevuld is. In het UM doet een dealer in zo'n geval een beroep op de voorraad van een andere dealer, hetgeen in deze runs nooit tevergeefs gebeurt.

Het valt op dat de waarden van de stockouts in het UM niet beïnvloed worden door M' .

Uitwisselingen (figuur 7.7.g): in het UM heeft een onderdelenstroom(pje) plaatsgevonden van dealers met β -ds = 0,95 naar dealers met β -ds = 0,75. De gestippelde lijntjes in figuur 7.7.g verbinden de aantallen ontvangen artikelen, de doorgetrokken lijntjes de geleverde. Duidelijk is te zien dat het aantal uitwisselingen toeneemt als M' toeneemt.

Totale kosten (figuur 7.7.h): Opvallend is dat de dealers die een β -rel realiseren van ruim 0,90 (BM(0,95) en UM(0,95)), lagere kosten hebben dan dealers met een β -rel van 0,08 (BM(0,75) en UM(0,75)). De kosten voor herstel van een buitenvoorraadsituatie zijn voor de laatste hoger dan de

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

voorraadkosten van de dealers met β -ds = 0,95.

Konklusies run 17a t/m 24a.

- In het uitwisselmodel kan de importeur bij deze uitgangskondities (zie kenmerken) met lagere kosten en zonder spoedorders een betere service verlenen aan de dealers dan in het basismodel, vooral als de onregelmatigheid van de levertijd fabriek-importeur toeneemt.
- Bij dit afnamepatroon (2 stuks/jaar) blijkt dat dealers die een artikel wel in voorraad nemen, en daardoor een goede service kunnen bieden, iets geringere kosten hebben dan dealers die het artikel niet in voorraad nemen.
- De service die de dealers in het UM hun klanten kunnen bieden is evenwel hoger door een kortere duur van de tekorten. Met name de in het EM optredende lang uitlopende wachttijden voor de klant zijn niet gekonstateerd in het uitwisselmodel.
- Als er dealers met een hoge β -ds opereren naast dealers met een lage β -ds, dan ontstaat er in het uitwisselmodel een onderdelenstroom, van de eerstgenoemde naar de tweede.
Wat dat voor gevolgen zal hebben op het gedrag van voorraadbeheerders is niet te voorspellen, maar aannemelijk is dat dergelijke logistieke inter-akties de oordeelsvorming ten aanzien van eigen bevoorrading en toekomstige uitwisselingen zal beïnvloeden.

7.3.3.2 Lage service door importeur run 17b t/m 24b

Kenmerken run 17b t/m 24b:

- | | | |
|--|-----------------|---|
| - Aantal dealers: | 10 | |
| - Basismodel: | run 17b t/m 20b | |
| - Uitwisselmodel: | run 21b t/m 24b | |
| - Gemiddeld aantal per aanvraag van een klant: | 1,5 stuks | |
| - Gemiddeld interval tussen twee aanvragen: | 39,0 weken | |
| -> Afname op dealernivo: | 2 stuks/jaar | |
| - Onregelmatigheids-faktor levertijd = M' = | 0,5(0,5)2,0 | |
| - Simulatieduur: | 10 jaar | |
| - Levertijd fabriek (Li): | 7 weken | |
| - β -ds dealers: | 0,95 | |
| - β -ds importeur: | 0,80 | * |
| - Startvoorraad dealers: | 1 stuks | * |
| - Startvoorraad importeur: | 22 stuks | |

Motivering:

In voorgaande runs (met name 17 t/m 32) is gebleken dat de service die de dealers aan klanten kunnen bieden vooral in het UM niet erg gevoelig is voor de service die de importeur levert. Volgens dit principe is een besparing op de importeursvoorraad mogelijk zonder dat de klanten van de dealer daar iets van merken. Om dit na te gaan zijn run 17 t/m 24 nog een keer uitgevoerd, maar nu met een importeur met β -ds = 0,80.

266

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN

RESULTATEN EN KONKLUSIES

Resultaten importeur run 17b t/m 24b.

β -rel (figuur 7.8.a): in het EM treedt bij $M' = 1,5$ een uitschieter op in de β -rel. Dit is het gevolg van de extra spoedorders die weer het gevolg zijn van een lang uitgelopen levertijd. Bij $M' = 2$ kan de importeur zijn B-nivo beter aanpassen aan de langere levertijden. De klanten van de dealers merken daar echter niets van (fig. 55 en 56). De algemene tendens is echter dat in het EM de importeur een iets lagere β -rel realiseert dan in het UM en dat in zowel UM als EM β -rel afneemt als M toeneemt.

Spoedorders : door de lagere service bij de importeur ontstaan in het EM, vooral bij toenemende M' , meer spoedorders, waardoor het kostenvoordeel van het UM t.o.v. het EM nog groter wordt dan bij hogere β -ds.

Stockouts: als we het UM en het EM vergelijken voor wat betreft stockouts bij de importeur, dan zijn deze in het UM HOGER dan in het EM, terwijl ze toenemen met toenemende M' . Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door een aantal spoedorders in het EM (figuur 7.8.c), die de voorraad van de importeur verhogen.

Kosten: in het UM neemt het totale kostenvoordeel voor de importeur t.o.v. het EM toe bij toenemende M' . Ook hier wordt dit veroorzaakt door de spoedorders die de importeur in het EM plaatst.

De voorraadkosten voor de importeur zijn bij deze β -ds = 0,80 gedaald ten opzichte van run 17 t/m 24 met 35 % in het EM en met 23 % in het UM.

Resultaten dealers run 17b t/m 24b.

β -rel (figuur 7.8.e): de servicegraad blijft in het UM en het EM gelijk en is ongevoelig voor het toenemen van M' . Evenmin is er verschil in service t.o.v. run 17 t/m 24, waarbij β -ds bij de importeur = 0,95.

De stockouts (figuur 7.8.f) bij de dealers zijn in het UM lager dan in het EM en vertonen in het UM geen uitschieters naar boven. In het UM zijn de stockouts even laag als bij run 17 t/m 24 waar de importeur een β -ds = 0,95 nastreeft. In het EM zijn de stockouts bij de dealers iets hoger dan bij run 17 t/m 24, vergelijk figuren 7.8.f en 7.5.f.

Het aantal uitwisselingen (figuur 7.8.g) wordt niet beïnvloed door M' .

De totale kosten (figuur 7.8.h) zijn bij de dealers in het UM iets lager, hetgeen wordt veroorzaakt door het kortingverlies dat in geval van uitwisseling de leverende dealer ten goede komt.

Konklusies run 17b t/m 24b:

- De service die de dealers aan hun klanten kunnen geven is in het uitwisselmodel niet gedaald door verlaging van β -ds bij de importeur. In het basismodel is de service van de dealers wel iets gedaald (stockouts).
- De totale kosten voor de importeur zijn in het uitwisselmodel, vooral bij toenemende M' , aanzienlijk lager dan in het basismodel.
- De voorraadkosten bij de importeur zijn zowel in het basismodel (35 %) als in het uitwisselmodel (23 %) gedaald, hetgeen opweegt tegen de extra spoedorderkosten.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

7.3.4 Overbevoorrading

7.3.4.1 Artikel met sporadische afname - run 49 en 50 Kenmerken run 49 en 50:

- Aantal dealers:	5	*
- Basismodel:	run 49	
- Uitwisselmodel:	run 50	
- Gemiddeld aantal per aanvraag van een klant:	1,5 stuks	
- Gemiddeld interval tussen twee aanvragen:	200 weken	*
-> Afname op dealernivo:	0,2 stuks/jaar	
- Simulatieduur:	10 jaar	
- Levertijd importeur:	7 weken	
- Onregelmatigheids-faktor levertijd = M' =	0,5(0,5)2,0	
- β -ds dealers:	0	*
- β -ds importeur:	0	*
- Startvoorraad dealer 1:	2 stuks	*
- Startvoorraad overige dealers:	0 stuks	*
- Startvoorraad importeur:	0 stuks	*

Motivering:

In de werkelijkheid worden importeur en dealers vaak gekonfronteerd met zogenaamde 'uitverkoop-artikelen', waar nog maar sporadisch vraag naar is (denk aan oude typen). De importeur is vaak verplicht nog geruime tijd onderdelen in voorraad te houden, terwijl diverse dealers dat ook doen. In zulke situaties kan het uitwisselmodel zijn nut bewijzen door de sporadische vraag te bedienen met achtergebleven voorraden. Dit wordt hier gesimuleerd door een dealer zo'n voorraad te geven en de overigen een servicegraaddoelstelling = 0 (geen voorraadartikel). Hiervoor zijn slechts 5 dealers opgevoerd, omdat:

- a. het hier gaat om een inkoerant artikel, dat door de overige dealers niet meer besteld wordt;
- b. bij opvoeren van meer dealers de vraag toeneemt, waardoor (in dit model) de importeur gaat bijbestellen en het effect niet tot uiting komt.

Resultaten run 49 en 50.

Van deze runs zijn de resultaten afgebeeld zoals ze geproduceerd worden door het simulatieprogramma. De lage afname veroorzaakt echter wel enkele eigenaardigheden in de resultaten:

- De γ -servicegraad is niet gedefinieerd als het artikel geen voorraadartikel is. Er is dan namelijk geen sprake meer van een bestelcyclus waarin S.W.G. en S.W.T. als eindige waarden gemeten kunnen worden (zie Hst 3.5.).
- De voorraadturnover is niet gedefinieerd als er geen afname is, zie dealer 1.
- De verkoopverwachting (in jaren) kan zo groot worden dat deze niet meer af te beelden is, zie dealer 1.

In dit geval heeft de importeur zijn β -ds bewust op nul gezet (geen voorraadartikel) omdat hij weet dat er een dealer is met een restvoorraad op uitverkoop. Door deze afstemming van de β -ds van de importeur op de hoge

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN
RESULTATEN EN KONKLUSIES

Input gegevens dealers:

Dealer:	fysieke voor- raad:	spel- peri- ode:	aan- vraag:	deel- aan- vraag:	gemid- delde val:	sprei- ding inter- val:	sprei- ding inter- val:	effe- nings- para- meter:	service- graad- doel- stelling:	bestel- kosten per kosten- regel:	voor- raad- kosten factor:	trans- port- delay:
1	12	4.0	1.50	1.50	375.00	200.00	0.10	0.10	0.000	5.00	0.25	0.14
2	0	4.0	1.50	1.50	375.00	200.00	0.10	0.10	0.000	5.00	0.25	0.14
3	0	4.0	1.50	1.50	375.00	200.00	0.10	0.10	0.000	5.00	0.25	0.14
4	0	4.0	1.50	1.50	375.00	200.00	0.10	0.10	0.000	5.00	0.25	0.14
5	0	4.0	1.50	1.50	375.00	200.00	0.10	0.10	0.000	5.00	0.25	0.14

Er wordt gesimuleerd met het uitwisselmodel.

De totale simulatieduur is 10.00 jaar.

Totaalgegevens hele simulatieperiode:

dealer:	afname reali- satie:	bnivo:	sigma voor- spel- fout:	beta:	gamma:	service- realisatie	raad- jama:	stock- outs:	gemid- delde voor- raad:	omvang fysieke rest- vrd:	voor- raad over:	verkoop- raad turn- over:	verwach- ting: orders:	aantal voor- raad- orders:	aantal speed- orders:	aantal uitge- wisseld in:	aantal uitge- wisseld uit:
1	0	-1.00	0.00	1.00	0.000	0.00	7.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	12
2	2	-1.00	0.04	0.00	0.000	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	2	2	0
3	3	-1.00	0.05	0.00	0.000	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	2	3	0
4	5	-1.00	0.07	0.00	0.000	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	2	6	0
5	1	-1.00	0.02	0.00	0.000	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	1	1	0
2.40	-1.00	0.04	0.20	0.000	0.000	0.48	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	2.40	2.40

dealer:	bestel- kosten:	verzend- kosten:	voorraad- kosten:	korting- verlies:	totaal- kosten:	waarde restvrd:
1	0.00	0.00	1958.43	-240.00	1718.43	0.00
2	10.00	30.00	0.00	40.00	80.00	0.00
3	10.00	45.00	0.00	60.00	115.00	0.00
4	10.00	90.00	0.00	120.00	220.00	0.00
5	5.00	15.00	0.00	20.00	40.00	0.00
7.00	36.00	391.69	0.00	434.69	0.00	0.00

Figuur 7.9. Run 50. Uitverkoop-artikel met sporadische vraag (D-dlr=0,2 st./jaar);
één dealer met te hoge voorraad. Voorbeeld van output van het uitwisselmodel.
Figure 7.9. Clearance-sale article with sporadic demand; one dealer with surplus-stock.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

voorraad van dealer 1 worden alle 12 stuks die dealer 1 initieel in voorraad heeft, tijdens de looptijd van de simulatie-run (10 jaar) uitgewisseld. Het resultaat is duidelijk in het voordeel van het UM:

- De 12 stuks die dealer 1 initieel in voorraad heeft, worden alle verkocht. De waarde van de restvoorraad bij dealer 1 is f 0,0 in het UM en f 1200,00 in het BM.
- De voorraadkosten van dealer 1 zijn in het UM f 1718,43 en in het BM f 3000,-.
- De geleverde service aan klanten van de dealers is in het UM veel beter, vergelijk de stockouts:
UM: 0,48 (zonder lange wachttijden)
BM: 9,12 (met lange wachttijden)
- De kosten voor de importeur zijn in het UM aanzienlijk lager:
UM: f 0,00.
BM: f 366,00.

Het gaat hierbij om slechts 1 artikel over 10 jaar met op importeursniveau een afname van 1 stuks/jaar.

Konklusies run 49 en 50

- Door een bewuste lage instelling van β -ds kunnen in het uitwisselmodel uitverkoopvoorraden opgelost worden.
- Het gezamenlijk opgebruiken door alle dealers van een te hoge voorraad bij 1 of enkele dealers kan tot aanzienlijke besparingen leiden.

7.3.4.2 Goedlopend artikel - run 51 en 52

Kenmerken run 51 en 52.

- Aantal dealers:	10	
- Basismodel:	run 51	
- Uitwisselmodel:	run 52	
- Gemiddeld aantal per aanvraag van een klant:	2,0 stuks	
- Gemiddeld interval tussen twee aanvragen:	2,6 weken	
-> Afname op dealerniveau:	40 stuks/jaar	
- Onregelmatigheids-faktor levertijd = M' =	0,5	
- Simulatieduur:	10 jaar	
- Levertijd importeur:	7 weken	
- β -ds dealers:	0,95	*
- β -ds importeur:	0,95	*
- Startvoorraad dealer 1 en 2:	240 stuks	*
- Startvoorraad overige dealers:	6 stuks	*
- Startvoorraad importeur:	40 stuks	*

Motivering:

Vaak kopen magazijnmeesters van dealers te veel in, waardoor ze lange tijd een te hoge voorraad hebben. Wellicht kan door uitwisseling deze overbevoorrading gereduceerd worden.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN
RESULTATEN EN KONKLUSIES

In tabel 7.1.A is de gemiddelde voorraad te zien bij dealers 1 en 2 als functie van de tijd. Tevens is aangegeven per jaar het aantal uitgewisselde artikelen door de dealers 1 en 2 (verhoogde startvoorraad) en door de overige dealers, alsmede kumulatief het aantal stuks uitgewisseld.

Tabel 7.1. Run 51 t/m 54. Effect van hoge startvoorraad bij dealers 1 en 2 op de uitwisselingen en omgekeerd.

A.: Snellopend artikel; B: langzaamlopend artikel.

JAAR	GEMIDDELDE VOORRAAD dealers 1 & 2		AANTAL UITGEWISSELD		
	EM	UM	dealers 1&2	onderling dealers 3-10	totaal
1	217,24	217,24	0	0	0
2	184,71	184,71	0	10	10
3	152,24	152,24	0	5	15
4	111,60	110,98	3	6	24
5	68,83	63,73	11	3	38
6	34,08	25,93	5	11	54
7	11,57	6,88	2	14	70
8	4,74	4,61	0	2	72
9	4,42	4,16	1	9	82
10	4,42	4,30	0	12	94
<hr/>					
B	dealers 1 & 2		dealers 1&2		
	EM	UM	dealers 1&2	onderling dealers 3-10	totaal
1	11,71	11,71	0	0	0
2	10,26	10,26	0	0	0
3	8,32	8,32	0	0	0
4	6,07	6,07	0	0	0
5	5,35	5,35	0	0	0
6	4,14	4,20	0	0	0
7	3,14	3,14	0	0	0
8	2,92	2,92	0	0	0
9	2,87	2,87	0	0	0
10	2,31	2,31	0	0	0

A: voorraadkosten dealer 1 & 2 (10 jaar) EM: f 19.846,33 UM: f 19.368,91

B: voorraadkosten dealer 1 & 2 (10 jaar) EM: f 1.415,66 UM: f 1.415,66

Table 7.1. Effect of high initial stock at dealers 1 and 2 upon exchanges and reverse. A: Fast moving article; B: slow moving article.

Het blijkt dat de gemiddelde voorraad bij dealer 1 en 2 in het UM niet veel sterker daalt dan in het EM. Dit heeft twee oorzaken:

1. De dealers 3 t/m 8 wisselen nog onderling uit, waardoor het uitwisselen zich niet concentreert op de dealers met verhoogde startvoorraad. Hierdoor wordt het voordeel dat uitwisselen zou kunnen opleveren niet uitputtend benut.
2. De toepassing van de uitwisselregels in hun huidige vorm maakt dat er slechts wordt uitgewisseld indien de importeur niet aan een speedorder van een dealer kan voldoen. Zonder verdere afstemming van parameters en uitwisselprocedures blijft de invloed van de uitwisselingen beperkt.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

- Ad 1. In de praktijk is dit niet altijd reeel, aangezien dealers snellopende (dus commercieel belangrijke) artikelen in geval van schaarste niet graag uit handen geven, zodat de klanten dan toch eerder bij dealer 1 en 2 terecht zullen komen.
- Ad 2. Vergelijking van run 49-50 met 51-52 toont dat deze uitwisselregels pas effect sorteren bij uitverkoopartikelen en nauwelijks bij overbevoorrading. Om ook de overbevoorrading af te kunnen bouwen door uitwisselingen, moet de importeur zijn eigen bevoorrading bewust afstemmen op de dealervoorraden.

Konklusies run 51 en 52.

- De uitwisselmogelijkheid volgens de hier gedefinieerde regels draagt nauwelijks bij tot het sneller oplossen van te hoge voorraden bij goedlopende artikelen.

7.3.4.3 Langzaamlopend artikel - run 53 en 54. Kenmerken run 53 en 54:

- Aantal dealers:	10	
- Basismodel:	run 53	
- Uitwisselmodel:	run 54	
- Gemiddeld aantal per aanvraag van een klant:	1,5 stuks	
- Gemiddeld interval tussen twee aanvragen:	39 weken	
-> Afname op dealernivo:	2 stuks per jaar	
- Onregelmatigheids-faktor levertijd = M' =	0,5	
- Simulatieduur:	10 jaar	
- Levertijd importeur:	7 weken	
- β -ds dealers:	0,95	*
- β -ds importeur:	0,95	*
- Startvoorraad dealer 1 en 2:	12 stuks	*
- Startvoorraad overige dealers:	1 stuks	*
- Startvoorraad importeur:	22 stuks	*

Motivering.

Ter vergelijking met run 49-50 (sporadische afname), een 'normaal' langzaamlopend voorraadartikel met hier en daar overbevoorrading. De β -ds = 0,95 maakt dat het artikel overal voorraadartikel wordt, in tegenstelling tot run 49-50.

Resultaten run 53 en 54.

Tabel 7.1.B toont hoe de gemiddelde voorraad daalt als gevolg van uitverkopen bij de dealers met verhoogde startvoorraad als functie van de tijd.

Doordat in het geheel niet is uitgewisseld valt geen verschil te constateren tussen de oplossnelheid van de verhoogde voorraad bij dealer 1 en 2 in het UM ten opzichte van het EM.

- Bij lage afnamen, waarbij toch alle dealers het artikel als voorraad-

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

artikel hebben, wordt in het uitwisselmodel geen snellere oplossing van te hoge voorraden bij dealers gerealiseerd.

- Snellere oplossing van overtollige voorraden zou kunnen worden gerealiseerd door:

- De importeur voorraad terug te laten nemen van dealers met een te hoge voorraad. Dit is wellicht de snelste en eenvoudigste manier om te hoge voorraden bij dealers op te lossen.
- Bij iedere uitwisseling te verwijzen naar dealers met een relatief te hoge voorraad. Als sturingsgrootte zou de parameter verkoopverwachting hiervoor in aanmerking komen.
- De uitwissel-regels ingrijpend te wijzigen, door bijvoorbeeld ook voor voorraadorders dealers te verwijzen naar andere dealers die met een te hoge voorraad zitten.

7.3.5. Piek in de vraag - run 61 en 62. Kenmerken run 61 en 62:

- Basismodel	run 61	
- Uitwisselmodel	run 62	
- Aantal dealers	10	
- Gemiddeld aantal per aanvraag van een klant:	1,5 stuks	
- Gemiddeld interval tussen twee aanvragen:	39,0 weken	
-> afname op dealernivo:	2 stuks/jaar	
- Levertijd importeur (Li):	7 weken	
- Onregelmatigheidsfactor levertijd = M' =	0,5	
- Simulatie duur:	4 jaar	*
- β -ds dealers:	0,95	
- β -ds importeur:	0,95	
- Startvoorraad dealers:	1 stuks	
- Startvoorraad importeur:	22 stuks	
- Piek in de vraag start na:	2e jaar	*
- Duur van de piek:	8 weken	*
- Verkortingsfactor vraag-interval:	0,04	*
-> piek-afname op dealernivo wordt:	50 stuks/jaar	

De omzet bij de importeur voor dit artikel met deze kenmerken beloopt ca.:

$10 \times 2 \times f 100,- \times 0,5 \times 10/12 = \text{ca. } f 833,-$ buiten de piek,

$+ 10 \times 50 \times f 100,- \times 0,5 \times 2/12 = \text{ca. } f 4.166,-$ in de piek,

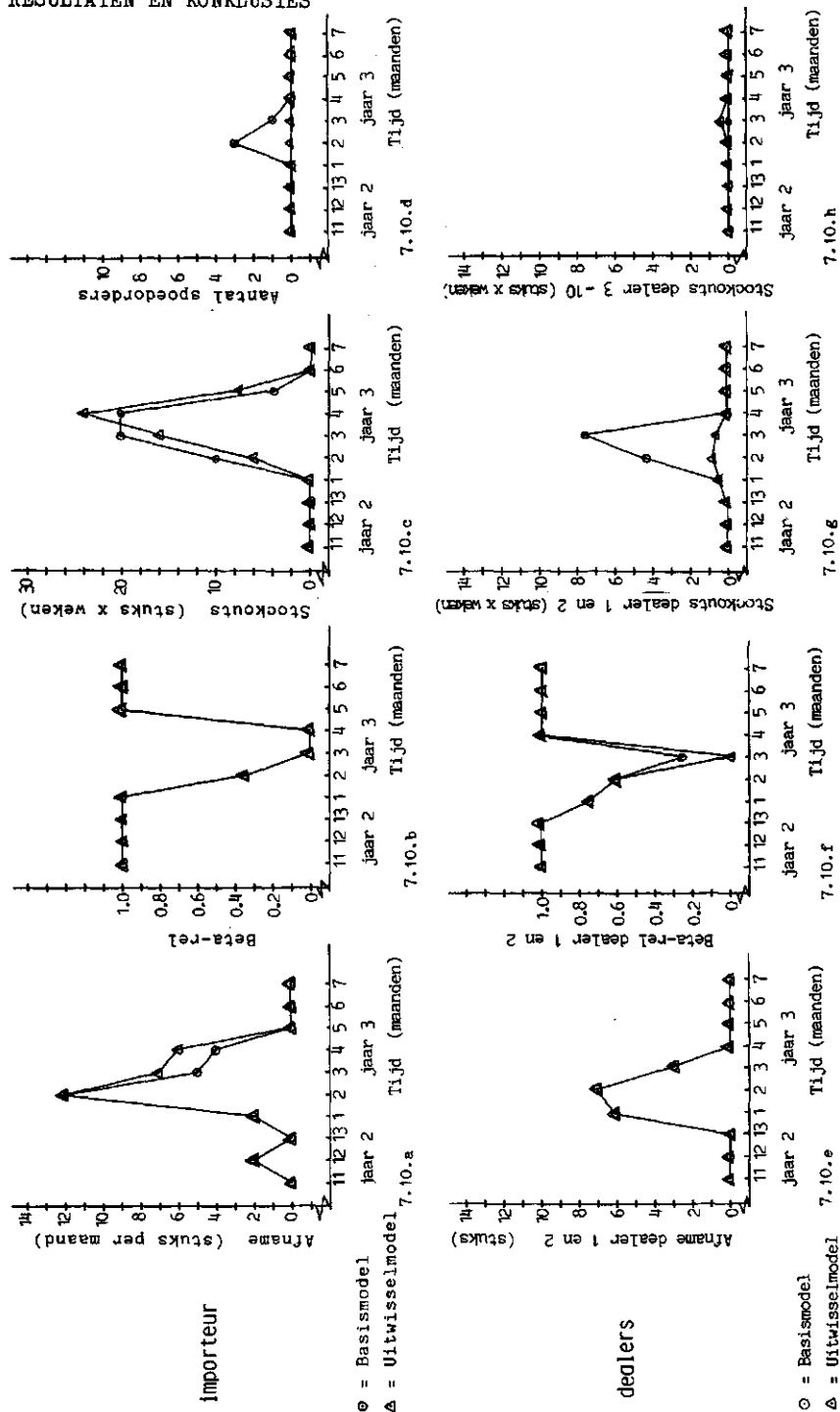
totaal ca. f5.000,- per jaar.

Motivering.

Een van de doelstellingen van het uitwisselmodel is tijdelijke tekorten bij de importeur op te vangen. In alle voorgaande runs werd bij de dealers een random afnamepatroon met bepaalde eigenschappen gegenereerd, waardoor bij toeval vraagpieken van beperkte omvang konden ontstaan. Het is achteraf vaak moeilijk om te achterhalen wat precies de omvang en de periode van zo'n piek is geweest, omdat niet van iedere run de maandgegevens beschikbaar zijn.

Het simulatiemodel biedt de mogelijkheid om op een willekeurig punt op de tijd een piek van een bepaalde omvang te laten plaatsvinden. Dit maakt het mogelijk de reacties van beide modellen (UM en EM) op plotselinge

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES



Figuur 7.10. Run 61 en 62. Verloop van voorraad, servicegraad enz. in de tijd onder invloed van een piek in de vraag bij dealers 1 en 2. Let op verschil in BW en UM in 7.10.g.
Figure 7.10. Changes in stocks, service etc. in time under influence of a peak in the demand at dealers 1 and 2. Note difference between exch.m. and bas.m. in 7.10.g.:stockouts.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN

RESULTATEN EN KONKLUSIES

vraag-explosies te bestuderen. Zo'n piek kan opgevat worden als een seizoen, maar aannemelijker is om het op te vatten als een exceptionele afname.

Resultaten Importeur run 61.

De piek in de vraag bij dealer 1 en 2 werkt enigszins vertraagd door in de afname bij de importeur, vergelijk figuur 7.10.a en 7.10.e. In figuur 7.10.a is het effect te zien van de dubbele vraag-registratie door de importeur ten gevolge van van uitgewisselde onderdelen (maand 3 en 4 van jaar 3), waardoor de vraag in het UM is iets hoger lijkt.

De importeur kan door de plotseling sterk verhoogde vraag niet aan alle aanvragen voldoen. Daardoor daalt de β -rel tot 0 (figuur 7.10.b) en wordt in het EM een aantal spoedorders geplaatst, zie figuur 7.10.d. Door deze spoedorders lopen de stockouts bij de importeur in het EM iets minder ver op dan in het UM en nemen ze ook iets eerder af, zie figuur 7.10.c. De stijging van de stockouts bij de importeur in het EM vindt iets eerder plaats, omdat deze mede worden veroorzaakt door spoedorders van dealers, in tegenstelling tot in het UM, waar de stockouts slechts worden veroorzaakt door voorraadorders van dealers.

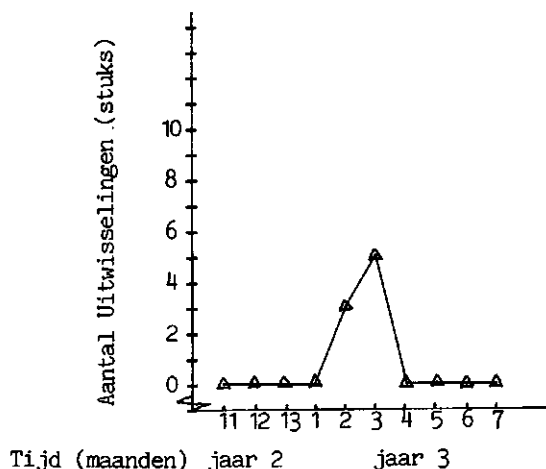
De kosten voor de importeur in jaar 3 belopen:

BM: f 397,12

UM: f 140,05

Dit verschil in kosten wordt veroorzaakt door spoedorders bij de importeur in het EM.

figuur 7.10.i



Resultaten dealers run 61 en 62.

De piek in de afname bij dealer 1 en 2 is duidelijk te zien in figuur 7.10.e. Door deze plotseling sterk verhoogde afname kunnen dealer 1 en 2 niet aan de vraag voldoen, zie figuur 7.10.f. In maand 3 van jaar 3 kan in het EM nog een stuks direct geleverd worden vanwege het binnenkomen van een voorraadorder, die op zijn beurt weer afkomstig is van een spoedorder van de importeur in het EM.

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN RESULTATEN EN KONKLUSIES

Het stockouts-plaatje van de dealers 1 en 2 (figuur 7.10.g) valt duidelijk in het voordeel van het UM uit. Bovendien treden in het BM lange wachttijden voor de klant op, terwijl in het UM door uitwisseling steeds snel aan de vraag voldaan kan worden. De maximale wachttijd voor de klant blijft daarvoor beperkt tot 1 werkdag.

Uit figuur 7.10.h blijkt dat de uitwisselingen effect hebben op de leverende dealers: in het UM treden stockouts op die in het BM niet optreden (maand 3 in jaar 3). Dit tekort trad op bij een van de dealers die bij een uitwisseling aan dealers 1 en 2 leverde, waarna hij zelf niet aan de vraag van een klant kon voldoen; dit kon echter weer door uitwisseling opgelost worden. Dit valt ook uit de figuren te herleiden:

- In figuur 7.10.e is te zien dat bij dealer 1 en 2 in maand 3 van jaar 3, 3 stuks gevraagd worden.
- In figuur 7.10.i blijkt dat in maand 3 van jaar 3, 5 stuks worden uitgewisseld.

Hieruit kan gekonkludeerd worden dat van de 5 uitgewisselde onderdelen er 2 gingen naar de dealer die eerst aan dealer 1 en 2 leverde.

De gemiddelde totale kosten voor de dealers zijn: $BM=f\ 89,33$, $UM=f\ 76,88$

De totale kosten voor dealers 1 en 2 tezamen zijn: $BM=f\ 475,67$, $UM=f\ 486,06$

Konklusies run 61 en 62:

- In geval van een piek in de vraag bij enkele dealers is in het uitwisselmodel (onder deze uitgangskondities), de service van de dealers aan hun klanten aanzienlijk beter, met name voor wat betreft de duur van de tekorten. De wachttijd voor de klant blijft in het uitwisselmodel beperkt tot een dag, terwijl in het basismodel wachttijden voorkomen van meerdere weken.
- Door uitwisselingen kunnen bij de leverende dealers tekorten ontstaan.
- In geval van een piek in de vraag bij enkele dealers zijn met het uitwisselmodel ten opzichte van het basismodel, financiële voordelen voor de importeur te behalen, omdat geen spoedorders meer nodig zijn.

7.4 ALGEMENE KONKLUSIES EN AANBEVELINGEN

Uit deze simulaties van het onderdelen-distributie systeem voor de Nederlandse landbouwwerktuigen branche kunnen enkele konklusies en aanbevelingen gedestilleerd worden:

Levertijd.

Zowel de lengte als de regelmaat van de levertijd fabrikant-importeur zijn duidelijk van invloed op het distributie-netwerk:

- Reduktie van de onregelmatigheidsfaktor -M'- van 2 naar 0,5 kan minimaal f 150,- voor een langzaamloper en maximaal f 4000,- voor een snelloper (ons 'standaard'-onderdeel) opleveren.
- Reduktie van de levertijd van 14 naar 7 weken kan f 200,- opleveren bij langzaamlopers, maar levert niets op als niet ook -M'- tot 0,5 gereduceerd wordt.
- Levertijd-reduktie zorgt voor het teruglopen van de stockouts

SIMULATIES MET LOGISTIEKE MODELLEN

ALGEMENE KONKLUSIES EN AANBEVELINGEN

(stuks*weken) bij de dealers met 30 tot 60 % voor snellopers en met 0 tot 50 % voor langzaamlopers.

Tekorten die ontstaan door lange en/of onregelmatige levertijden of andere oorzaken kunnen in belangrijke mate opgevangen worden door een systeem van onderlinge uitwisselingen:

- spoedorders door de importeur voor snel- en langzaamlopers zijn bijna geheel overbodig;
- reductie van stockouts bij dealers met 30 tot 60 % voor snellopers en met 0 tot 75 % voor langzaamlopers.

Reduktie van overschotten.

Door een weloverwogen uitwisselingsbeleid kunnen overschotten bij dealers opgebruikt worden door andere dealers. De omvang hiervan is weliswaar niet uit de simulatie af te leiden, maar gezien de schattingen van overschotten in de praktijk kan deze vorm van voorraadreductie in de orde van 10 % tot 20 % van de dealervoorraden liggen.

Verlaging veiligheids-voorraad.

Het uitwisselmodel maakt het mogelijk dat een meerderheid van de dealers door het instellen van een lagere service-doelstelling dan de rest, tot een verlaging van de veiligheidsvoorraad kan komen, zonder dat het systeem als geheel daardoor op veel hogere kosten of veel lagere service uitkomt. Hierdoor wordt de kans op inkoerant worden van onderdelen beperkt. Evenzo is het mogelijk dat de importeur zijn service-doelstelling verlaagt zonder dat de gebruikers daar iets van merken.

Integrale beoordeling.

Het blijkt dat delen van de leveringsketen in het uitwisselmodel een slechtere prestatie gaan leveren, terwijl het totaal beter gaat functioneren. Dit is een aanwijzing dat integrale beoordeling van het totale leveringssysteem nodig is om tot logistieke verbeteringen te komen.

Aanbevelingen.

Deze konklusies leiden tot drie aanbevelingen:

- a. Bevorder betrouwbare, regelmatige, korte levertijden door de fabrikanten en toeleveranciers.
- b. Breng een uniforme servicegraadmeting aan in alle i.v.v.-systemen, zodat bij de mogelijkheid tot uitwisselen ook gestuurd kan worden naar lagere voorraden.
- c. Breng een organisatie en een systeem tot stand, gericht op onderlinge uitwisseling of terugname door de importeur (zie hst.4).

HOOFDSTUK 8

ONDERDELENVOORZIENING IN ONTWIKKELINGSLANDEN

8.1 INLEIDING

De landbouwonwikkeling wordt ook in ontwikkelingslanden in toenemende mate gedragen door mechanisatie. Daarin kunnen globaal twee vormen onderscheiden worden:

- een autonome ontwikkeling van werktuigengebruik door boeren;
- grootschalige landbouwprojecten met westerse technologie.

In de eerste vorm heeft de bevoorrading c.q. de nalevering van technisch materieel een tamelijk ongebonden karakter met een geheel stochastisch verbruikspatroon; in de tweede vorm is die bevoorrading meer ingebed in de beheersstructuur van het project en kan de planning van het verbruik voor een deel deterministisch bepaald worden.

In beide vormen manifesteren de operationele problemen zich vaak op het vlak van de onderdelenvoorziening.

8.2 FUNDAMENTELE OORZAKEN VAN DE ONDERDELEN-PROBLEMATIEK.

In ontwikkelingslanden speelt een reeks factoren mee die de mechanisatie en de onderdelenvoorziening voor wezenlijk andere problemen plaatst dan in geïndustrialiseerde landen. Enkele fundamentele oorzaken betreffen:

- a. onvoldoende besef dat aanschaf van technische uitrusting slechts een initiele investering is, die rendabel gehouden moet worden door navolgende investeringen in onderhoud, reparatie, revisie;
- b. een zwak ontwikkelde technologische infrastructuur;
- c. bijzondere fysische omstandigheden;
- d. een handelsstructuur die verknoopt is met het overheidsapparaat;
- e. teveel verschillende merken en typen in verhouding tot het totaal aantal werktuigen;
- f. cultuur en motivatie.

Nadere toelichting op deze fundamentele oorzaken:

ad a. Rekening houden met onderhoud.

Men realiseert zich vaak niet, dat bijvoorbeeld een landbouwtrekker in de loop van zijn gebruiksduur ca. 60 % van de aanschafwaarde aan onderhoud en reserve-onderdelen nodig heeft. Gebruikers realiseren zich vaak onvoldoende dat periodiek, preventief onderhoud noodzakelijk

ONDERDELENVOORZIENING IN ONTWIKKELINGSLANDEN
FUNDAMENTELE OORZAKEN VAN DE ONDERDELEN-PROBLEMATIEK.

is en goedkoper dan kuratief onderhoud (reparatie wanneer iets ernstig stuk is).

Zowel voor de kleine landbouwer als voor grootschalige projecten geldt dat onderhoudsfaciliteiten redelijk dicht in de buurt moeten zijn.

In het kader van een nationale of regionale mechanisatiestrategie moet de verantwoordelijke overheid daarom planmatig kredieten en deviezen vrijhouden voor aankoop van reserve-onderdelen om kapitaalvernietiging in de initiele investering te voorkomen.

ad b. Infrastructuur.

Men mag nooit uit het oog verliezen, dat de westerse landbouw-mechanisatie gevormd is in een industrieel-technologische omgeving, waarbij veel produkten en ontwerpen afkomstig zijn uit andere industrietakken. De materiaalvoorziening in ontwikkelingslanden kan niet op zo'n infrastructuur terugvallen en kampt daardoor met slechte kommunikatielijnen.

Dit raakt met name:

- De communicatie rond het bestelproces.

Het opgeven van bestellingen, de orderbevestiging, de onderlinge communicatie tussen voorraadhouders, ontvangst en mutatie van artikelgegevens, terugmelden van fouten, vergissingen, manco's, onduidelijkheden, etc.

- Lange transporttijden.

Vaak is het transport van het industrieland naar het ontwikkelingsland slechts een gering deel van de totale transporttijd. Enorme oponthouden treden op in havens, douane-behandeling, wachten op overslag, etc. Ook het binnenlands transport is vaak een bottleneck. De totale levertijd als som van de besteltijd + transporttijd + wachttijden kan daardoor zo oplopen, dat planmatig inkopen zeer moeilijk en het plaatsen van spoedorders praktisch onmogelijk wordt.

- Gebrek aan uitwijkmogelijkheden.

In industrielanden kunnen lange en/of onbetrouwbare levertijden in veel gevallen ondervangen worden door uitwijken naar andere leveranciers (denk aan hydrauliek, banden, olie, lagers, filters, verlichting, elektrische componenten, enz.). Daarnaast zijn er voldoende fabriekjes en werkplaatsen waar componenten gereviseerd of nagemaakt kunnen worden.

In ontwikkelingslanden bestaan deze faciliteiten niet of in onvoldoende mate en kwaliteit, zodat men noodgedwongen aangewezen blijft op de bevoorrading door import.

Naast deze technische en logistieke belemmeringen moet ook het algemene nivo van menselijke technische vaardigheid en inzicht (machinegevoel) als deel van de infrastructuur gezien worden. Wellicht is het gebrek hieraan de grootste veroorzaker van operationele problemen, hetgeen zich manifesteert in:

- foutieve bediening van de machines, zoals overbelasten van de koppeling, verkeerd schakelen, aanrijdingen, enz.
- onvoldoende oog, oor en gevoel voor opkomende slijtageverschijnselen, zodat wat normaliter onder bij- en afstellen, smering en klein onderhoud valt, uitmondt in revisie van schade (bijvoorbeeld doorrijden zonder olie of met geperforeerd luchtfilter, lekkende lagers, gebroken bevestigingen, enz.).
- onvoldoende getraind onderhoudspersoneel, waardoor schade door fou-

ONDERDELENVOORZIENING IN ONTWIKKELINGSLANDEN
FUNDAMENTELE OORZAKEN VAN DE ONDERDELEN-PROBLEMATIEK.

tief onderhoud ontstaat, bijvoorbeeld monteren met zand in het vet, kapotdraaien van schroefdraad, verkeerd lassen, oliepeilstok in het zand leggen, enz.

ad c. Bijzondere werkomstandigheden.

Machines en werktuigen die ontworpen zijn voor gebruik in Europa krijgen het in tropische landen extra te verduren door afwijkende werkomstandigheden:

- Zand en stof: binnendringend stof veroorzaakt in veel hogere mate motorslijtage dan men gewend is in de gematigde klimaten. Enerzijds leidt dit tot een veel hoger verbruik van motoronderdelen, anderzijds moet men hiertegen maatregelen treffen in de vorm van speciale stoffilters.
- Het bewerken van bevoeide velden, zoals in de natte rijstbouw, stelt hoge eisen aan de afdichting van lagers e.d.
- Harde, stenige bodems: het rijden, trekken, ploegen veroorzaakt grotere krachten op aandrijving, banden, koppelingen, chassis, enz.;
- Ver uit elkaar liggende percelen: door de lage mechanisatiegraad moeten machines veel getransporteerd worden van het ene perceel naar het andere, waardoor afwijkende slijtagepatronen ontstaan.

ad d. Handelsstructuur.

De meeste ontwikkelingslanden kennen geen of beperkte vrijhandel, zodat het goederenverkeer door overheidsinstellingen begeleid moet worden. Dit leidt tot bureaucratische rompslomp, waarbij de verantwoordelijke ambtenaren geen affiniteit kennen met de te importeren materialen. Dit betekent een rem op alle ontwikkelingen die afhankelijk zijn van toevoer van technische hulpmiddelen.

Meestal is er geen lokale importeur die kapabel genoeg is om op eigen kracht en verantwoording de na-service te behartigen. De lokale handel is vaak uit op korte-termijn winst op de initiele investering en heeft vaak geen kennis van zaken omtrent de geleverde landbouwwerktuigen. Voor de leveranciers in het industrieland is het daarom van belang te zorgen voor een technisch onderlegde, betrouwbare handelsagent ter plaatse die niet alleen een vlotte afhandeling van de leveranties kan garanderen, maar ook alle specifieke lokale technische problemen ter kennis van de fabrikant kan brengen.

ad e. Toelatingsbeleid.

Niet zelden spelen politieke en/of opportunistische motieven mee bij de toelating van bepaalde merk-leveranciers. Dit kan op globaal drie manieren ongunstig uitwerken:

1. Men laat alle importen toe, met als gevolg een veelheid van merken en typen die het benodigde onderdelen-assortiment explosief doen toenemen; per onderdeel wordt een zeer lage omzet bereikt, waardoor voorraad houden oninteressant wordt.
2. Men laat slechts een of twee merken toe, waardoor monopolievorming kan ontstaan, wat de prikkel tot serviceverlening of het aanbrengen van technische verbeteringen wegneemt.
3. Men ruilt de ene leverancier in tegen een andere met als gevolg dat de service op alle "oude" werktuigen wegvalt, terwijl de service op "nieuwe" werktuigen nog helemaal opgebouwd moet worden.

ad f. Assimilatie van technologie.

In ontwikkelingslanden ziet men dat treinen, bussen, auto's, bromfietsen wel rijdende worden gehouden, maar dat trekkers en landbouwmachines door simpele mankementen werkeloos komen te staan. De

ONDERDELENVOORZIENING IN ONTWIKKELINGSLANDEN FUNDAMENTELE OORZAKEN VAN DE ONDERDELEN-PROBLEMATIEK.

motivatie om een stuk techniek te onderhouden kan te maken hebben met de mate waarin de landbouwmecanisatie inbreuk maakt op het bestaande kultuurpatroon. Als een trekkerchauffeur de komst van de trekker als broodroof ziet, die leidt tot afhankelijkheid, gedwongen loondienst of uitbuiting door de landeigenaar, dan is de kans groot dat hij onzorgvuldig te werk gaat, waardoor stilstand ontstaat. Tegen deze achtergrond is de voorziening van reserve-onderdelen een secundair probleem.

8.3 PROBLEMEN MET VOORRAADBEHEER.

Uit de elementaire voorraadtheorie kan men afleiden dat beheer pas mogelijk wordt, wanneer het verbruik een zekere regelmaat vertoont. In het geval van onderdelen wordt het verbruik voor een belangrijk deel bepaald door het gebruik en onderhoud van de werktuigen.

Wanneer dat op verantwoorde wijze plaats vindt, wordt het verbruikspatroon van onderdelen vanzelf regelmatig en beter planbaar. Dit biedt een basis om de bevoorrading van verbruiksdelen regelmatig te laten verlopen, zodat daarnaast voor de werkelijke onvoorziene gevallen spoedbevoorrading kan plaatsvinden.

Door de lange aanvoerlijnen en hoge transportkosten is het juist in ontwikkelingslanden van groot belang om een nauwkeurige administratie te voeren, waarmee foute bestellingen tot een minimum gereduceerd worden. Het ontbreken van een goede registratie van het werkelijk verbruik op de afzetpunten leidt tot niet planmatig bestellen, wat neerkomt op:

- te laat en/of te weinig van wat werkelijk nodig is;
- teveel van wat niet werkelijk nodig is.

Dit laatste is meestal een gevolg van gevoelsmatig schatten van de kans dat een onderdeel verbruikt wordt; het netto resultaat is een magazijn vol inkoerante onderdelen.

Door onvoldoende bijhouden van veranderende artikelgegevens (nummer, type, omschrijving, modifikaties) worden fouten in de bestellingen gemaakt. Door de moeizame communicatie- en transportlijnen werkt dit bijzonder frustrerend.

Ontwikkelingsprojecten waar landbouwmecanisatie een rol speelt kunnen niet zonder meer vergeleken worden met met private ondernemingen, omdat deze over een globale beheersstructuur beschikken, inclusief communicatielijnen, kontaktpersonen en transportkanalen.

Een organisatie die specifiek de bevoorrading van mechanisatieprojecten zou moeten behartigen zal dezelfde problemen tegenkomen als de werktuigenleveranciers; deviezen, burokratie, hoge kosten, enz.

Het bezwaar van commerciële firma's is dat zij opportunistisch, selectief te werk moeten gaan om de meest rendabele afzetgebieden te bestrijken. Dat zou betekenen dat juist die streken die het hardst een onderdelen service nodig hebben niet bediend kunnen worden, omdat dat niet rendabel is.

ONDERDELENVOORZIENING IN ONTWIKKELINGSLANDEN GEVOLGEN EN SYMPTOMEN.

8.4 GEVOLGEN EN SYMPTOMEN.

De gevolgen van deze problemen komen tot uiting in de volgende symptomen:

1. Door allerlei oorzaken ontstaat meestal een patroon van onderdelen-verbruik dat sterk afwijkt van wat men gewend is bij soortgelijke machines in Europa en bovendien voor iedere regio weer verschillend is. In gevallen waar men met de leverancier de bijlevering van een pakket onderdelen overeengekomen is, heeft dat vaak tot teleurstellingen geleid, omdat de samenstelling van het pakket afgestemd was op ervaring met Europese verbruikscijfers en niet overeen kwam met het werkelijk verbruik ter plaatse.
2. Door de lange communicatie- en aanvoerlijnen moet lang op onderdelen gewacht worden, wat enorme stilstandstijden tot gevolg heeft.
3. Door gebrek aan buitenlandse valuta (of handelskredieten) komen er soms helemaal geen onderdelen het land in, waardoor kapitaalvernietiging van de initiële investering plaats vindt. Niet zelden is dit een lokaal probleem van een insolvabele importeur.
4. Door kostbaar transport, tussenhandel en prijsopdrijving door schaarste worden de onderdelen in ontwikkelingslanden nog veel duurder dan in de industrielanden.
Anderzijds kunnen werktuigen lang aangehouden worden, omdat de lonen in ontwikkelingslanden laag zijn, waardoor veel manuren besteed kunnen worden aan reparatie. Dit eist evenwel extra aandacht voor de voorziening van reserve-delen.

8.5 AANBEVELINGEN.

8.5.1 Probleemstelling bij het zoeken van oplossingen.

De akute nood die het gebrek van onderdelen vaak oproept verlokt makkelijk tot symptoombestrijding. Voorstellen in de trant van een "vliegende onderdelen-dokter", "crash-programs", een "algemeen informatie- en distributiecentrum voor de Derde Wereld", etc. zijn meestal geen lang leven beschoren.

Als men ervan uit gaat dat de onderdelenproblematiek een symptoom is van een veel breder probleemveld, namelijk dat van het versneld ontwikkelen van alle aspecten van technologische infrastructuur in kulturen die wat dat betreft ver achterlopen bij de westerse technologie, dan moeten de ontwikkelingsprogramma's ook betrekking hebben op al die aspecten.

Zinnvolle oplossingen, zo men al van echte oplossingen kan spreken, zullen deel uit moeten maken van een mechanisatiestrategie waarin de ontwikkeling van de voedselproductie, inkomen en welvaart het hoofddoel vormen en de technologie het hulpmiddel. In dit kader moet men met betrekking tot de onderdelenproblematiek weer onderscheid maken tussen de autonome ontwikkeling en de mechanisatieprojecten.

ONDERDELENVOORZIENING IN ONTWIKKELINGSLANDEN AANBEVELINGEN.

8.5.2 Autonome ontwikkeling.

Op basis van de principes uit de algemene voorraadtheorie kunnen de autoriteiten maatregelen treffen om nadelige ontwikkelingen tegen te gaan. Daarbij moet men denken aan de volgende onderwerpen.

1. Typebeperking.

Om te voorkomen dat een veelheid van merken en typen trekkers en werktuigen het land overspoelt, waardoor de serviceverlening achterwege blijft, laat men slechts een beperkt aantal merken toe. Zie ook 8.2. ad e.

2. Mede-fabricage (co-manufacturing).

Men laat alleen merken toe van fabrikanten die bereid zijn de gedeeltelijke of gehele fabricage van het geïmporteerde produkt in het land te doen plaatsvinden. Op die manier werkt men aan de opbouw van kennis en ervaring in het omgaan met produktietechnologie, wat van groot belang is voor de verdere ontwikkeling van de technologie in de samenleving. In het verlengde hiervan ligt het toelaten van slechts die fabrikanten die bereid en in staat zijn om onderhoudstrainingen te verzorgen en werkplaatsinrichtingen te leveren.

3. Plaatselijke produktie (local manufacturing).

Om de afhankelijkheid van westerse technologie-import te beperken wordt vaak gepleit voor het gebruiken van plaatselijk vervaardigde componenten en/of onderdelen in plaats van dure, geïmporteerde merkonderdelen. Hierbij is een groot risico aanwezig dat de plaatselijk vervaardigde onderdelen niet van voldoende kwaliteit zijn, waardoor het werktuig waarin ze gemonteerd worden schade ondervindt. In veel gevallen is het uiteindelijk goedkoper om de dure, maar kwalitatief goede merkonderdelen te gebruiken dan schade te lijden aan dure machines en produktieverlies door slechte onderdelen.

Local manufacturing kan pas effectief worden onder de volgende omstandigheden:

- a. Men beperkt de import tot ongecompliceerde werktuigen die van hetzelfde nivo zijn als wat de plaatselijke industrie aan kan.
- b. Men werkt aan een ontwikkeling van de plaatselijke industrie, gericht op de behoefte aan landbouwwerktuigen. Co-manufacturing kan hierbij een rol spelen.
- c. Men onderwerpt kwaliteitsnormen waar onderdelen en industrieproducten in het algemeen, aan moeten voldoen. Dit moet dan wel ondersteund worden door effectieve en geloofwaardige keuringsdiensten.

4. Training en scholing van diverse beroepsgroepen, zoals:.

- Middenkaders: de mensen die beleidsbeslissingen moeten voorbereiden inzicht verschaffen in de fundamentele aspecten van mechanisatie, technologie, distributie en handel;
- Chauffeurs en monteurs: gericht op bediening, storingsanalyse en onderhoud;
- Onderdelen-managers: opleiding op het vlak van administratie, registratie, planning, interpreteren van cijfers, communicatie;

ONDERDELENVOORZIENING IN ONTWIKKELINGSLANDEN AANBEVELINGEN.

Het oprichten van onderzoeksinstituten voor machinebeproeving, ontwerp, testen, etc. is daarbij een belangrijke stimulans voor continuering van onderzoek en onderwijs in technische vakken.

In Wageningen zijn diverse instituten en instellingen die kursussen kunnen organiseren voor middenkaders, technici, instructeurs of administrateurs. Denk aan Nuffic, IAC, DLO, IMAG en vakgroepen van de LH, waaronder Landbouwtechniek.

5. Verbetering van transport- en communicatielijnen, voor zover dat niet reeds in het kader van grotere infrastructurale ontwikkelingen valt: telefoonverkeer, havens, wegen, spoorwegen, vliegvelden, etc.).

8.5.3 Mechanisatieprojecten.

Ten aanzien van konkrete mechanisatieprojecten kan gerichte assistentie vanuit Nederland voorbereid en ingepland worden:

a. Vooronderzoek in mechanisatieprojecten.

Inventariseer en analyseer hoe nijpend het onderdelenprobleem is; wat de oorzaken zijn en welke maatregelen (met Nederlandse steun) soelaas kunnen bieden.

Onderzoek ook gebieden waar wel reeds bevredigende oplossingen gevonden zijn.

b. Onderhoudsfaciliteiten.

Doe mechanisatieprojecten vergezeld gaan van werkplaatsinrichting, inklusief opleiding en training van lokale mensen: trekkerchauffeurs, servicemonteurs, werkplaatsmanagers, enz.

c. Logistieke ondersteuning.

Inventariseer de mogelijkheden voor logistieke en/of communicatieve ondersteuning vanuit Nederland.

In een enkel geval zal het consulaat een bemiddelende rol kunnen vervullen, maar meestal is er veel technische kennis gemoeid en liggen de belemmeringen op een laag uitvoerend nivo. Het vestigen van een technische handelsmissie in die gebieden waar veel ontwikkelingsgeld in mechanisatie geïnvesteerd wordt is dan zinvol. Indien deze door betere communicatie en bemiddeling in het ontvangende land de toelevering aanzienlijk kan versnellen, kan daarmee de ontwikkeling van de mechanisatie door buitenlandse hulp succesvoller worden.

De veronderstelling dat de transportkosten van spoedleveranties een ondergeschikte rol spelen vanwege de kosten van de werktuigen die ermee gemoeid zijn, is niet terecht. Van belang is dat men in mechanisatieprojecten in ontwikkelingslanden het principebesluit neemt om een structuur voor een onderdelenvoorraad op te zetten en/of een georganiseerde structuur voor spoed-bevoorradingen in het leven te roepen.

INHOUD bijlagen

A	INKOERANT-BEREKENING CVD	A-1
A.1	OPZET VAN BEREKENINGSPROGRAMMA	A-1
A.2	UITSPLITSING VAN INFORMATIE	A-3
A.2.1	Matching-record	A-3
A.2.2	Niet-matching	A-4
A.3	VERDERE VERWERKING.	A-6
A.3.1	Eigen-artikelen.	A-7
A.3.2	Niet-eigen-artikelen	A-7
A.4	VOORBEELDEN VAN UITKOMSTEN PROG 2	A-8
B	BEREKENING VAN B-NIVO'S	B-1
B.1	BETA-SERVICEGRAAD	B-1
B.1.1	Laplace Verdeling	B-1
B.1.2	Logistische Verdeling	B-2
B.1.3	Gamma-verdeling	B-2
B.1.4	Poisson Verdeling	B-3
B.1.5	Normale Verdeling	B-3
B.2	GAMMA-SERVICEGRAAD	B-4
B.2.1	Poisson Verdeling	B-4
B.2.2	Normale Verdeling	B-5
B.3	BESTELMODEL MET VAST BEOORDELINGSINTERVAL	B-6
B.4	LUMPY DEMAND	B-6
B.5	PROGRAMMATUUR B-NIVO-BEREKENING	B-7
B.6	VOORBEELDEN B-NIVO-BEREKENINGEN	B-12
C	SEIZOEN MODELLEN	C-1
C.1	MODEL VAN WINTERS	C-1
C.2	MODEL VAN HARRISON	C-2
C.3	WISKUNDIG BEWIJS TOEPASBAARHEID BINOMIAAL-VERDELING	C-2
C.4	TOEPASBAARHEID BINOMIAALTOETS	C-3
C.4.1	Afleiding	C-3
C.4.2	Algoritme Binomiaal-ontwikkeling	C-4
C.5	FORMULES MSE	C-5
C.6	PROGRAMMATUUR SEIZOENHERKENNING	C-7
C.7	VOORBEELDEN OUTPUT SEIZOENHERKENNING	C-10
D	VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S	D-1
D.1	INLEIDING	D-1
D.2	BEDRIJFSGROOTTE	D-1
D.3	AANLEIDING TOT AUTOMATISERING	D-3
D.4	VORM VAN AUTOMATISERING	D-5
D.5	DIREKTE KOSTEN VAN AUTOMATISERING	D-7
D.6	AANLEIDING TOT AUTOMATISEREN	D-7
D.7	VOLGORDE VAN AUTOMATISERING	D-9

D.8	SYSTEMEISEN	D-9
D.9	VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN	D-11
D.10	SOCIALE ASPEKTEN	D-12
D.11	BESPARINGEN	D-14
D.12	INKOERANTE VOORRAAD	D-15
D.13	AUTOMATISCH GEGEVENSTRANSFORT	D-16
D.14	PREVENTIEF ONDERHOUD	D-16
E	ABC ANALYSE ONDERDELENVOORRAAD VAN LMB-3	E-1
E.1	PRINCIPE ABC ANALYSE	E-1
E.2	KARAKTERISERING VAN BEDRIJF C.	E-1
E.3	DE ANALYSE	E-2
E.4	DE RESULTATEN	E-2
E.4.1	Aantal Artikelen Per Omzetdecieel	E-2
E.4.2	Prijs En Afname Per Omzetklasse	E-3
E.4.3	Voorraadhoogte	E-3
E.4.4	Verhouding voorraad en omzet, Lorenzkurve	E-5
F	REPLACEMENT TURNOVER FACTOR (1)	F-1
G	VOORBEELD BESTELADVIESLIJST (2)	G-1
H	OUTPUT LEVERTIJD-REGISTRATIE (1)	H-1
I	LAYOUT SERVICEGRAAD-REGISTRATIE (1)	I-1
L	LITERATUUR (12)	L-1
S	SAMENVATTING & SUMMARY (6)	
S.1	SAMENVATTING	S-1
S.2	SUMMARY	S-4
X	Trefwoorden index	X-1

BIJLAGE A

INKOERANT-BEREKENING CVD

A.1 OPZET VAN BEREKENINGSPROGRAMMA

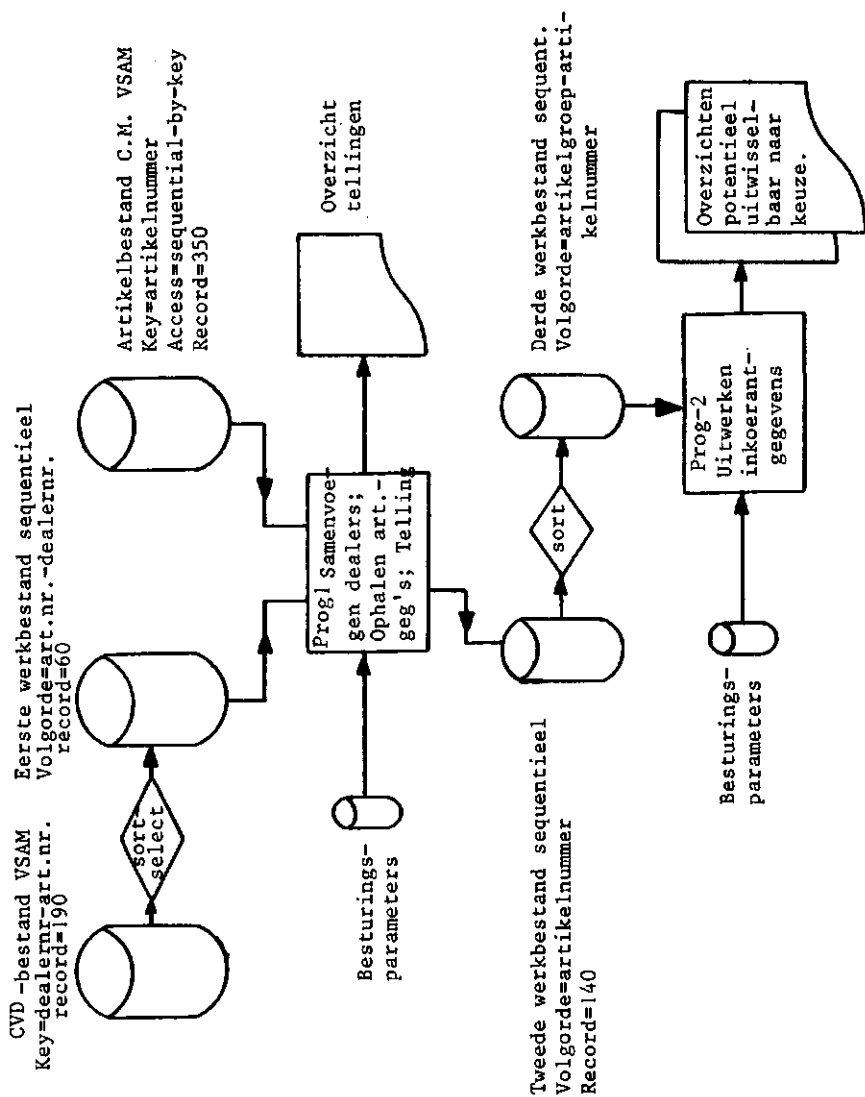
Het CVD-bestand wordt eerst gekomprimeerd naar een werkbestand, waarbij de voor de analyse overtollige gegevens geelimineerd worden. Daarbij wordt gesorteerd op volgorde van artikelnummer-agentnummer: bij ieder artikel kunnen meerdere dealers voorkomen. Dit eerste werkbestand wordt 'matching-record' met het artikelbestand doorgelezen, waarbij in een 'matching record' situatie, dus wanneer het CVD-artikelnummer overeenkomt met het importeursartikelnummer een output-record aangemaakt wordt. Indien er meerdere dealers bij een artikel voorkomen, worden de relevante gegevens van die dealers ingeteld in de telvelden van het output-record. Uit het artikelrecord worden vlottende gegevens zoals voorraden en omzetsnelheid etc. en vaste artikelgegevens zoals prijs, groepsindeling etc. overgenomen in het output-record. Bij het passeren van alle records van beide bestanden worden diverse interessante gegevens geteld. Het eerste programma (PROG 1) vervult dus vijf functies:

1. Samenvoegen verschillende dealers op een artikel;
2. Ophalen artikel-gegevens;
3. Berekenen inkoerant en surplus;
4. Verrichten van tellingen;
5. Opbouwen werkbestand.

Na PROG 1 vindt weer een sort plaats, zodat het tweede programma (PROG 2), gegroepeerd naar artikelgroep-verdeling, een overzicht kan produceren van alle potentieel uitwisselbare artikelen. Met behulp van een voorloopkaart in de JCL (Job Control Language) konden verschillende versies geproduceerd worden zonder het programma te wijzigen. Het voordeel van deze opzet is dat wanneer men eenmaal de CVD-sort, PROG 2 en de tussen-sort gedraaid heeft, wat verreweg de meeste tijd kost, PROG 2 verscheidene malen met verschillende opties van hetzelfde werkbestand af gedraaid kan worden, wat weinig tijd vraagt.

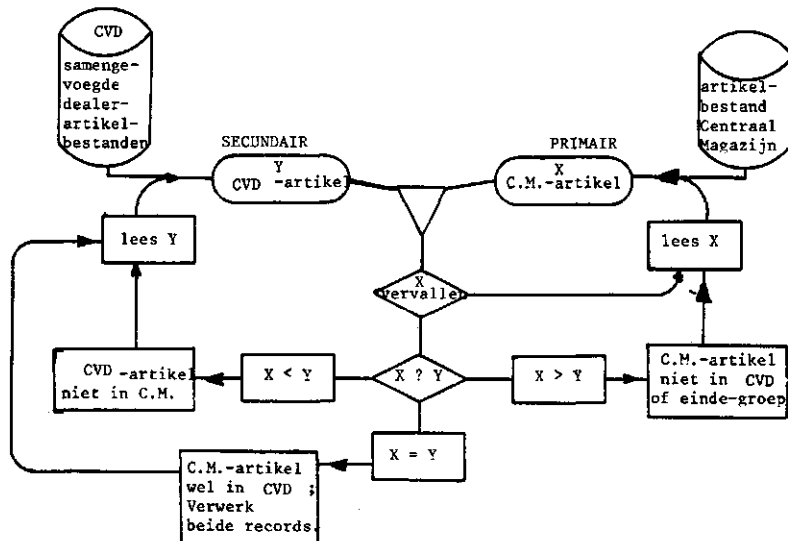
Het hele systeem is weergegeven in figuur A.1. Het volgens 'matching-record' oplezen verloopt als in figuur A.2.

INKOERANT-BEREKENING CVD



Figuur A.1. Verwerkingsschema inkoopant-analyse dealervoorraden.

INKOERANT-BEREKENING CVD



Figuur A.2. Verwerkingsproces twee bestanden "matching record".

A.2 UITSPLOTSING VAN INFORMATIE

Bij het vergelijken van de twee bestanden komt een aantal situaties of uitzonderingen voor:

A.2.1 Matching-record

Artikelnummer uit CVD is gelijk aan artikelnummer uit artikelbestand.

- Artikelnummer - CM is vervallen of vervangen door een ander nummer. Er wordt direct een nieuw CM-record gelezen; de bij het vervallen CM-nummer behorende CVD-gegevens worden ingeteld als niet-eigen artikelen. Het betreft hier overwegend niet doorgevoerde nummerwijzigingen. De hierop nog geboekte voorraden in CVD zijn niet op betrouwbare wijze vergelijkbaar met het CM, omdat het in wezen om verschillende artikelen gaat. Het wijzigen van nummers werd aan de dalers zelf overgelaten, hetgeen waarschijnlijk de reden is dat er zo weinig gewijzigd werd (25100 lokaties).
- Kode soort-artikel in CVD wijst op niet-eigen artikel. Dit is een fout-situatie waar niet op geselecteerd is. Het zou betekenen dat een niet-eigen artikel in CVD toevallig hetzelfde nummer zou hebben als een wel-eigen artikel in het CM, een geval van homoniemen. De foutkans hierdoor moet klein geacht worden.
- De datum-inbreng is minder dan een jaar geleden. Het artikel is tekort in CVD om te kunnen oordelen over veroudering of overbevoorrading. Deze worden geteld als 'nieuwe artikelen' maar er vindt geen inkoerantberekening plaats. Strikt genomen komen er bij het CM ook nieuw artikelen voor, maar deze worden niet (apart) geteld. Een nieuw artikel in CVD (lokatie) kan een oud artikel in het CM of op andere lokaties zijn; een nieuw arti-

INKOERANT-BEREKENING CVD

kel in het CM is altijd een nieuw artikel in CVD, gesteld dat het in CVD voorkomt.

Indien de datum-inbreng nul is, wordt aangenomen dat het een nieuw artikel is.

Indien de datum van laatste verkoop nul is, is het artikel na inbreng waarschijnlijk nooit verkocht. Aangenomen is dan: laatste verkoop drie jaar geleden. Dit verschijnsel is niet apart geteld.

In feite waren dit onregelmatigheden, die hun oorsprong hadden bij de soms haastige inbreng van gegevens in het systeem en die pas aan het licht kwamen toen de gegevens op grote schaal door een programma gelezen werden.

- d. Na deze checks blijven de 'bruikbare' artikelen. Daarvan wordt in zes nivo's het 'teveel' aan voorraad geteld:

1. Kode 'uitwisselbaar - inkoerant'.

Indien een artikel vier jaar niet verkocht is, wordt de koerantheids-kode automatisch op 'uit-ink' gezet. Dit kon ook handmatig in een eerder stadium, maar dit gebeurde weinig.

2. Kode 'uitverkoop'.

Na drie geen verkoop automatisch; kon ook eerder, handmatig, maar werd weinig gedaan.

3. Datum-laaste-verkoop meer dan een jaar oud: een jaar inkoerant. (ink-1).

4. Datum-laaste-verkoop meer dan twee jaar oud: twee jaar inkoerant. (ink-2).

5. Voorraad boven een jaar verkoop: surplus-een-jaar (sur-1).

6. Voorraad boven twee jaar verkoop: surplus-twee-jaar (sur-2).

Al deze posten worden geteld in aantallen.

5. en 6. worden berekend door met het cijfer voor het 'gemiddeld periode-verbruik' (verwachte afname over twee weken) het verwachte jaarverbruik te berekenen en dat van de voorraad af te trekken.

Posten 1, 2, 3 en 5 zijn niet-overlappend; dus wat onder 'uitverkoop' geteld is wordt niet meer voor ink-1, ink-2, sur-1 of sur-2 geteld.

A.2.2 Niet-matching

- a. Met kode 'eigen-artikel'.

Dit berteft in hoofdzaak de vervallen nummers. Immers, wanneer een nummer in het CM vervangen wordt door een ander nummer, blijft het in CVD wel de indikatie 'eigen-artikel' behouden. Omdat bij het aantreffen van een vervallen CM-nummer direkt een nieuw CM-record gelezen wordt, worden de overeenkomstige CVD-records niet-matching afgevangen als niet-eigen artikelen.

- b. Met kode 'niet-eigen-artikel'.

Korrekte situatie; wordt normaal geteld onder 'niet-eigen artikelen'.

- c. Datum-inbreng jonger dan een jaar: wordt geteld als nieuw artikelen.

- d. Na deze checks worden van alle niet-eigen artikelen het 'teveel' bepaald en bij elkaar geteld in zes nivo's, analoog volgens de wel-eigen artikelen.

INKOERANT-BEREKENING CVD

Figuur A.3.a Werkingsprincipe van programma PROG2: opbouw vanuit CVD-lokaties; getallenvoorbeeld.

Toelichting: . = geen voorraad artikel;

V = voorraad artikel met alleen gangbare voorraad;

uink = voorraad artikel met uitwisselbaar-inkoerante voorraad;

uitv = voorraad artikel met voorraad op uitverkoop;

ink1 = voorraad artikel met 1 jaar inkoerante voorraad;

sur1 = voorraad artikel met surplus-voorraad boven 1 jaar verkoop;

Artikel-nummer	D E A L E R S						
	A	B	C	D	E	F	G
1	V	.	V+1 uink	V	.	V	.
2	V+3 sur1	V+1 uink	V	V+2 uitv	V+3 ink1	V	V
3	V	.	V+1 sur1	V	.	V+4 sur1	V
4	V+2 uink	.	.	V+1 uitv	V	.	.
5	V+1 uink
6	V	V+1 sur1	V+1 ink1	.	V+3 uink	V	.

Artikel-nummer	uit-ink	uit-verk	ink-1	sur-1	totaal teveel	aantal lokaties
1	1	0	0	0	1	4
2	1	2	3	3	9	7
3	0	0	0	5	5	5
4	2	1	0	0	3	3
5	1	0	0	0	1	1
6	3	0	1	1	5	5
Totaal	8	3	4	9	24	

Figuur A.3.b Werkingsprincipe van programma PROG2: samenvoegen soorten 'teveel' in aantallen; getallenvoorbeeld

INKOERANT-BEREKENING CVD

Artikel-nummer	Afname per week bij CM	Fiktief aantal weken verkoop bij CM				
		uit-ink	uit-verk	ink-1	sur-1	weken verkoop C.M.
1	0,33	3	0	0	0	3
2	1	1	2	3	3	9
3	2,5	0	0	0	2	2
4	2	1	0,5	0	0	1,5
5	0,5	2	0	0	0	2
6	0,33	9	0	3	3	15
Gemiddelde verkooptijd (weken)		3,2	1,25	3	2,67	6,5

Figuur A.3.c Werkingsprincipe van programma PROG2: getallenvoorbeeld. De aantallen uit figuur A.3.b. zijn omgerekend naar weken verkoop bij het C.M. met de afnamesnelheid bij het C.M.

A.3 VERDERE VERWERKING.

A.3.1 Eigen-artikelen.

De eerste vier nivo's van 'teveel' worden exclusief bepaald, zodat er geen overlap in voorkomt. Het 'teveel' kan in verschillende vormen bij diverse dealers voorkomen (figuur A.3.a.b.c.). Het 'teveel' van ieder nivo wordt van een artikel over diverse dealers bij elkaar geteld in aantallen en weggeschreven in het output-record (figuur A.2., $X=Y$). De aantallen 'teveel' worden financieel gemaakt met de Bruto-Verkoopprijs van de importeur (zie tabel A.1).

INKOERANT-BEREKENING CVD
VERDERE VERWERKING.

Tabel A.1. Telling eigen artikelen in CVD; bedragen in bruto verkoopprijs.

UITSPLITSING UITWISSELBARE CVD-VOORRAAD		
	aantal CVD- lokaties	voorraadwaarde in CVD
Uitwisselbaar inkoerant	27.760	1.071.919
Uitverkoop	15.256	587.885
1 jaar inkoerant	53.402	2.270.699
Surplus boven 1 jaar	23.392	1.510.820
	----- +	----- +
TOTAAL	119.811	5.441.323
UITWISSELBAAR MET NORM=2 JAAR		
2 jaar inkoerant	17.849	730.793
Surplus boven 2 jaar	18.981	555.387
	----- +	----- +
TOTAAL	36.830	1.286.180
TOTAAL BETROKKEN VOORRAAD IN CVD		
Uitwisselbaar	119.811	10.137.583
Niet-uitwisselbaar	58.290	755.153
	----- +	----- +
Artikelen in CVD en C.M.	178.101	10.892.736
Nieuwe lokaties CVD	72.355	3.717.514
	----- +	----- +
Totale voorraadwaarde		14.610.250
CVD-lok's met eigen art.	250.456	
TOTAAL BETROKKEN VOORRAAD IN CENTRAAL MAGAZIJN		
	aantal eigen artikelen	voorraadwaarde in C.M.
Uitwisselbaar	20.340	15.442.388
Niet-uitwisselbaar	6.757	6.499.833
	----- +	----- +
Artikelen in CVD en C.M.	27.097	21.942.221
C.M.-artik. niet in CVD	22.729	7.101.536
	----- +	----- +
Totale voorraadwaarde		29.043.757
Aantal eigen art. in C.M.	49.826	

A.3.2 Niet-eigen-artikelen

Aangezien de niet-eigen artikelen niet gerelateerd kunnen worden aan een moederbestand, heeft het geen zin ze in aantallen bij elkaar te tellen (identieke nummers kunnen homoniemen zijn). Derhalve wordt de voorraadwaarde en de zes nivo's van 'teveel' in guldens bij elkaar geteld na vermenigvuldiging met de verkoopprijs uit het CVD-record.

Deze tellingen worden afgedrukt op het overzicht. Dit is uitgewerkt in tabel A.2.

INKOERANT-BEREKENING CVD
VERDERE VERWERKING.

Tabel A.2. Telling niet-eigen artikelen; bedragen in bruto verkoopprijs.

UITSPLITSING UITWISSELBARE CVD-VOORRAAD		
	aantal cvd- lokaties	voorraadwaarde in cvd
Uitwisselbaar inkoerant	2.842	189.844
Uitverkoop	1.695	333.481
1 jaar inkoerant	7.178	390.420
Surplus boven 1 jaar	4.884	1.387.364
	----- +	----- +
TOTAAL	16.599	2.301.109
UITWISSELBAAR MET NORM=2 JAAR		
2 jaar inkoerant	3.077	127.854
Surplus boven 2 jaar	4.456	1.227.698
	----- +	----- +
TOTAAL	7.543	1.355.552
TOTAAL BETROKKEN VOORRAAD		
Uitwisselbaar	16.559	2.542.292
Niet-uitwisselbaar	4.505	276.015
Nieuwe lokaties CVD	8.969	1.230.258
Met kode 'eigen artikel'	25.100	577.046
	----- +	----- +
CVD-lok's niet eigen art.	55.173	
Totale voorraadwaarde		4.625.611

A.4 VOORBEELDEN VAN UITKOMSTEN PROG 2

A.4.1. Detailverwerking

PROG 2 zet per artikel naast elkaar de voorraad bij het C.M., in-bestelling bij C.M. en alle vormen van 'teveel'. Enkele voorbeelden afkomstig van run 1 (tabel 5.6.1. en 5.6.2.) worden getoond om een indruk te geven.

Voorbeelden

Overzicht A.1. Een greep uit artikelgroep-1 = 0.

Enkele markante cijfers zijn omcirkeld:

- artikel 677: 6 stuks in nalevering, terwijl er twee uitwisselbaar-inkoerant en vier op uitverkoop liggen.
- artikel 558: een radiator van f 230,-, met twee stuks in nalevering, een op ink.1 en 3 op sur.1. De nalevering zou in ieder geval opgelost kunnen worden.
- artikel 124: cilinderkop van f 560,-, met twee stuks op uitverkoop, zodat het C.M. de bestelling had kunnen uitstellen.

ARTIKEL	OMSCHRIJVING	BR. V. PR.	CENTR. MAGAZIJN		D E A L E R S		U. INK		UTILY		INK1		SURI		DEKKING	
			VOORR	IN-BEST VOORR	NALEV	U. INK	UTILY	INK1	SURI	INBES.	NALEV	DEKKING				
677	BUMPER-STEUN	13,80	0	35	59	6	2	4	8	16	30	6	0			
678	BUMPER-STEUN	13,80	14	20	65	0	0	3	7	20	20	0	0			
690	STOOT-KUBBER	4,30	2	5	44	0	12	4	15	3	5	0	0			
695	BUMPER-STEUN	13,20	79	50	75	0	0	2	5	9	16	0	0			
696	STEUN	41,30	12	45	44	0	0	0	5	5	10	0	0			
697	TEMP-METER	45,60	0	2	5	0	1	0	2	2	2	0	0			
672	ARM-LEIDEN-R.	46,80	0	10	18	1	2	0	4	2	8	1	1			
653	RADIATEUR	230,00	0	120	0	2	0	0	1	3	4	2	2			
743	WIEL	69,00	116	120	77	0	1	0	4	10	15	0	0			
822	BOUT	2,10	44	65	75	0	0	0	13	0	13	0	0			
823	BOUT	2,10	11	50	66	0	0	0	7	5	12	0	0			
942	KABEL-VERM.	4,30	8	2	37	0	2	0	13	9	2	0	0			
946	KABEL-VERM.	4,30	6	3	40	0	13	2	7	6	3	0	0			
947	BESCHERMING	11,00	0	1	1	0	0	2	1	0	1	0	0			
948	VENT-MOTOR	91,00	6	5	12	0	0	2	3	2	5	0	0			
949	KONTAKIL-SL	93,00	11	20	42	0	1	0	11	4	16	0	0			
155	ACHTERLICHT CPL	104,00	0	12	7	1	0	0	2	1	3	1	1			
256	TELLER-KABEL	21,00	22	15	56	0	1	1	12	15	15	0	0			
257	RUBBER	34,00	17	75	36	0	2	1	2	1	6	0	0			
258	ASRAK	13,30	4	4	12	0	2	0	4	4	4	0	0			
697	ZYCLIGN-L-	8,40	187	500	286	0	0	0	15	50	65	0	0			
699	ZYCLIGN-L.	7,00	163	65	234	0	0	2	49	39	65	0	0			
700	ZYCLIGN-R-	14,30	180	100	286	0	0	0	6	17	23	0	0			
711	CLAXON	25,00	20	40	43	0	0	1	6	5	12	0	0			
712	CLAXON	25,00	38	15	51	0	0	1	13	5	15	0	0			
722	LAMP L-A.	76,00	11	5	21	0	0	1	4	0	5	0	0			
850	STANG	1,50	5	10	25	0	2	0	12	2	10	0	0			
857	LAMP L-A	96,00	4	5	33	0	8	0	10	2	5	0	0			
136	RUBB.HOES	12,60	111	40	176	0	0	0	4	22	26	0	0			
253	RAMGELUIDER	6,70	3	2	9	0	1	0	6	1	2	0	0			
720	SEC AS	158,00	6	2	7	0	1	1	1	1	2	0	0			
908	RADIATEUR	150,00	6	10	19	0	0	0	17	21	35	0	0			
949	GLAS	6,70	42	35	159	0	0	0	34	71	15	0	0			
949	GLAS	6,70	13	15	187	0	1	3	3	3	6	6	6			
949	GLAS	6,70	0	65	30	22	0	0	0	0	1	0	0			
124	CILINDERKOP	560,00	0	1	3	0	2	0	1	0	1	0	0			
139	GLAS	26,00	12	10	61	0	2	2	23	9	10	0	0			
139	GLAS	26,00	4	10	26	0	0	1	9	2	10	0	0			
174	SCH.WORK	26,00	2	1	26	0	3	1	8	10	1	0	0			
374	SPOEIER	0,30	4	3	12	0	0	1	10	0	3	0	0			
466	KA 5141	130,00	1	5	11	0	0	0	5	1	5	0	0			
578	GLAS	26,00	5	5	59	0	14	6	20	7	5	5	5			

Overzicht A.1. Overzicht maximaal uitwisselbaar op artikel-nivo.
Alleen afgedrukt met in-bestelling > O.

INKOERANT-BEREKENING CVD
VOORBEELDEN VAN UITKOMSTEN PROG 2

A.4.2. Groepstotalen

Uit de subtotalen per artikelgroep kan men in een oogopslag aflezen hoe het inkoerant verdeeld is en in hoeverre in deze groep uitwisseling potentieel mogelijk is. Enkele voorbeelden in overzicht A.2. en A.3. geven daar een indruk van.

Overzicht A.2. Totaal van groep 5. (run 5 en volgende). Duidelijk is hier te zien dat de inkoerantheid bij het C.M. (nul-afname) groter is bij uitwisselbaar-inkoerant dan bij de overige posten.

Overzicht A.3. Totaal van groep 15. (run 5 en volgende). Vergelijkt men dit met het totaal waar artikelen onder minimumprijs f 10,- weggelaten zijn, dan vallen er 113 van de 176 artikelen af en blijft er f 34.000,- van de f 64.000,- 'teveel' over. Dit overblijvende deel heeft echter nog een hoge koerantheid elders.

INKOERANT-BEREKENING CVD
VOORBEELDEN VAN UITKOMSTEN PROG 2

Artikel-groep-1=5

	'TEVEEL' bij dealers		Afname is nul bij C.M.	DEKKING VAN 'TEVEEL' DOOR in-bestelling bij dealers Centr.Mag. Dlrs+C.M.		
A	Uitw. ink.	26.893	8.320	54	2.687	54
	Uitverkoop	22.507	387	789	9.296	789
	> 1 jr ink.	67.623	2.722	3.175	15.745	3.175
	Surpl > 1 jr	37.252	0	1.190	14.331	1.190
	TOTAAL	154.275	11.428	5.208	42.059	5.208
	Betrokken vrdw. C.M.	445.514				
B	Uitw. ink.	26.894	8.320	54	2.687	54
	Uitverkoop	22.506	387	789	9.296	789
	> 1 jr ink.	19.026	2.252	685	3.707	685
	surpl > 1 jr	15.348	0	520	6.645	520
	TOTAAL	83.774	10.859	2.048	22.335	2.048
	Betrokken vrdw. C.M.	445.514				
C	Uitw. ink.	26.894	8.320	54	2.687	54
	Uitverkoop	22.507	387	789	9.296	789
	> 2 jr ink.	67.606	2.721	3.167	15.729	3.167
	Surpl > 2 jr	37.247	0	1.190	14.327	1.190
	TOTAAL	154.254	11.428	5.200	42.039	5.200
	Betrokken vrdw. C.M.	445.471				
D	Uitw. ink.	26.894	8.320	54	2.687	54
	Uitverkoop	22.506	387	789	9.296	789
	> 2 jr ink.	19.025	2.151	685	3.707	685
	surpl > 2 jr	15.348	0	520	6.645	520
	TOTAAL	83.773	10.858	2.048	22.335	2.048
	Betrokken vrdw. C.M.	445.471				

A : geen restricties, 62 dealers, 147 artikelen

B : inkoerant-norm = 2 jaar, 62 dealers, 147 artikelen

C : minimumprijs = f 10,-, 62 dealers, 145 artikelen

D : inkoerant-norm = 2 jaar, minimumprijs = f 10,-, 62 dealers, 145 artikelen

Overzicht A.2. Maximaal uitwisselbaar CVD-dealers; art.gr.-1=05. Zie ook tabel 5.6.2. Kolom 2 toont de voorraad met nul-afname bij het Centraal Magazijn die bestaat uit dezelfde artikelen als het 'teveel' bij de dealers. Kolommen 3,4,5 tonen wat van dit 'teveel' overeen komt met uitstaande bestellingen en/of backorders. Betrokken voorraadwaarde bij C.M. bestaat uit alle artikelen die in 'teveel' voorkomen.

Survey of exchange capability of car-dealer network. Similar to table 5.6.2.; column 2 shows zero-demand stock at the importers' that consists of the same articles as the dealers' surplus.

INKOERANT-BEREKENING CVD
VOORBEELDEN VAN UITKOMSTEN PROG 2

Artikel-groep-1=15

	'TEVEEL' bij dealers		Afname is nul bij C.M.	DERKING VAN 'TEVEEL' DOOR in-bestelling bij dealers Centr.Mag. Dlrs+C.M.		
A	Uitw. ink.	3.819	87	0	275	0
	Uitverkoop	7.342	38	105	1.693	71
	> 1 jr ink.	28.428	50	1.221	3.875	910
	Surpl > 1 jr	25.262	221	636	3.781	592
	TOTAAL	64.851	396	1.962	9.624	1573
	Betrokken vrdw. C.M.	296.449				
B	Uitw. ink.	745	32	0	213	0
	Uitverkoop	5.265	32	60	1.278	60
	> 1 jr ink.	14.013	32	1.202	3.688	891
	surpl > 1 jr	14.062	0	494	2.665	450
	TOTAAL	34.085	96	1.756	7.844	1.401
	Betrokken vrdw. C.M.	185.736				
C	Uitw. ink.	3.819	87	0	275	0
	Uitverkoop	7.342	38	105	1.693	71
	> 2 jr ink.	7.397	8	104	648	60
	Surpl > 2 jr	6.372	144	207	1.370	163
	TOTAAL	24.930	277	416	3.986	294
	Betrokken vrdw. C.M.	296.449				
D	Uitw. ink.	745	32	0	213	0
	Uitverkoop	5.265	32	60	1.278	60
	> 2 jr ink.	4.589	0	104	639	60
	surpl > 2 jr	3.552	0	124	1.041	80
	TOTAAL	14.151	64	288	3.171	200
	Betrokken vrdw. C.M.	185.736				

A : geen restricties, 65 dealers, 176 artikelen

B : inkoerant-norm = 2 jaar, 65 dealers, 63 artikelen

C : minimumprijs = f 10,-, 65 dealers, 176 artikelen

D : inkoerant-norm = 2 jaar, minimumprijs = f 10,-, 65 dealers, 63 artikelen

Overzicht A.3. Maximaal uitwisselbaar CVD-dealers; art.gr.-1=15.

Toelichting: zie overzicht A.2.

Survey of exchange capability of car-dealer network. Article-group-1=15.
Similar to A.2.

BIJLAGE B

BEREKENING VAN B-NIVO'S

B.1 BETA-SERVICEGRAAD

In de volgende berekeningen wordt uitgegaan van:

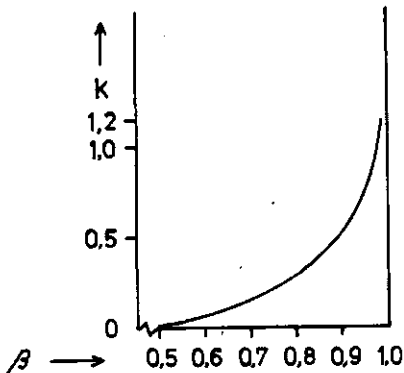
$$B = \mu_{LD} + \sigma_{LD} * K$$

waarbij het gaat om de berekening van K.

B.1.1 Laplace Verdeling

Zie Peterson & Silver:

$$K = \frac{1}{\sqrt{2}} * \log \frac{1}{2*(1-\beta)} = -0,5 * 2 * \log (0,5*(1-\beta))$$



In figuur B.1. is het verloop van K getekend.

BEREKENING VAN B-NIVO'S
BETA-SERVICEGRAAD

B.1.2 Logistische Verdeling

Zie Van Beek:

$$K = \frac{-1}{a * \sigma} * \text{Ln}(\text{EXP}(a * \eta * Q) - 1)$$

LD

waarin: $a = \frac{\pi}{\sigma * \sqrt{3}}$ en $\eta = 1 - \beta$

LD

B.1.3 Gamma-verdeling

Zie Van der Veen. (Overall waar μ of σ staat wordt $\mu(\text{LD})$ respektievelijk $\sigma(\text{LD})$ bedoeld). Definities en aannamen:

$$\frac{\sigma}{\mu} \leq 1; \quad K > -\frac{\mu}{\sigma}; \quad (B > 0)$$

$$n = \left(\frac{\mu}{\sigma} \right)^2; \quad \lambda = \frac{n}{\mu}; \quad \sigma = \frac{\sqrt{n}}{\lambda}; \quad F = (1 - \beta) * \frac{Q}{\sigma}; \quad x = n + K * \sqrt{n}$$

K moet worden opgelost uit:

$$F = -a * K + \frac{x^n * \text{EXP}(-x)}{\Gamma(n) * n} \quad \text{en} \quad a = \int_x^{\infty} \frac{z^{n-1} * \text{EXP}(-z)}{\Gamma(n)} dz$$

Hiervoor heeft Van der Veen goede approximaties gevonden voor verschillende intervallen van F en n:

$$n = 1 \quad \begin{cases} K1 = -F & \text{als } F \geq 1 \text{ en } n = 1 \\ K1 = -(1 + \text{Ln}(F)) & \text{als } 0,4 < F < 1 \end{cases}$$

$$n = \infty \quad \begin{cases} K\infty = 1,25 - \sqrt{(5 * F - 0,43)} & \text{als } 0,12 < F < 0,4 \\ K\infty = -0,77 + \sqrt{(-2 * \text{Ln}(F) - 1,84)} & \text{als } F < 0,12 \end{cases}$$

$$\text{als } 1 < n < \infty \implies Kn \approx K\infty + \frac{(K1 - K\infty)}{\sqrt{n}}$$

BEREKENING VAN B-NIVO'S
BETA-SERVICEGRAAD

B.1.4 Poisson Verdeling

Verdelingsfunctie:

$$f(k) = \frac{\lambda^k * \text{EXP}(-\lambda)}{k!} ; \quad \lambda = \frac{\mu}{LD} = \frac{\sigma^2}{LD}$$

Bereken B uit:

$$(1-\beta) * Q = \sum_{k=B+1}^{\infty} (k - (B+1)) * f(k) = \sum_{k=B}^{\infty} (k-B) * f(k)$$

Volgens Hadley & Whitin, app.3(10) kan bovenstaande geschreven worden als:

$$(1-\beta) * Q = (1 - F(B)) * (\lambda - B) + \lambda * f(B) ,$$

waarin $F(B) = \sum_{n=0}^B f(n)$

Rekursieve betrekkingen:

$$f(0) = \text{EXP}(-\lambda) ; \quad f(k) = f(k-1) * \frac{\lambda}{k} , \quad k > 0$$

$$(1 - F(0)) = 1 - f(0) ; \quad (1 - F(k)) = (1 - F(k-1)) - f(k) , \quad k > 0$$

Voor bescheiden waarden van B (ca. $B < 25$, d.w.z. λ klein), verloopt dit algoritme snel.

B.1.5 Normale Verdeling

Verdelingsfunctie:

$$\varphi(k) = \frac{1}{\sqrt{2} * \pi} * \text{EXP}(-0,5 * x^2) \quad x = \frac{B - \mu}{\sigma} ; \quad s = \mu + \sigma * B$$

Bereken B uit:

$$(1-\beta) * Q = \int_s^{\infty} (x - s) * \varphi(x) dx = \int_B^{\infty} x * \varphi(x) dx - B * \int_B^{\infty} \varphi(x) dx$$

Volgens Hadley & Whitin, app.4 kan bovenstaande geschreven worden als:

$$(1-\beta) * Q = \varphi(B) - B * \Phi(B) = T$$

BEREKENING VAN B-NIVO'S BETA-SERVICEGRAAD

Bereken $\Phi(s)$ met: $\Phi(s) = H * \varphi(s)$,
waarin H wordt berekend met behulp van de Hastings-approximatie (Abramowitz
& Stegun, p.932).

Wanneer $(1-\beta) * Q < T$, dan wordt $B := s$
Voor grote waarden van B wordt de berekening versneld door stappen $s > 1$ te
nemen:

$$\text{Stap} = \frac{(T - (1 - \beta) * Q)}{s} \quad , \quad s' = \text{vorige waarde van } s.$$

$$\frac{(T - T')}{s' - s}$$

waarna $s := s' + \text{Stap}$

B.2 GAMMA-SERVICEGRAAD

De berekening van B voor gamma-service is gebaseerd op (3.4.33), (3.4.35),
(3.4.36) en (3.4.37): bepaal de kleinste B, zodanig dat

$$(1 - \gamma) * 0,5 * Q^2 \leq U(B)$$

B.2.1 Poisson Verdeling

Voor de Poisson-verdeling kan $U(.)$ geschreven worden als:

$$U(s) = \sum_{k=s+1}^{\infty} (k - (s + 1)) * (1 - F(k))$$

waarin $F(k)$ = kumulatieve verdelingsfunctie van k .

Om een oneindige sommatie te vermijden kan dit geschreven worden als:

$$U(s) = (1 - \gamma) * Y3 = Y1 * (1 - F(s-1)) +$$

$$- Y2 * s * (1 - F(s)) +$$

$$+ s * (s+1) * (1 - F(s+1))$$

$$\text{met: } Y1 = \mu_{LD}^2 ; Y2 = 2 * \mu_{LD} ; Y3 = Q^2 / 2$$

Bij de afleiding (zie H. & Wh. sec 4-7 en app. 3) wordt gebruik gemaakt
van de relaties:

BEREKENING VAN B-NIVO'S
GAMMA-SERVICEGRAAD

$$\sum_{j=r}^{\infty} P(j; \mu) = \mu * P(r-1; \mu) + (1 - r) * P(r; \mu)$$

$$\sum_{j=r}^{\infty} j * P(j; \mu) = \frac{\mu}{2} * P(r-2; \mu) + \mu * P(r-1; \mu) +$$

$$-0,5 * r * (1 - r) * P(r; \mu)$$

waarbij $P(r) = 1 - \Phi(r) = \sum_{j=r}^{\infty} p(j; \mu)$

Zie rekursieve betrekking bij β -service met Poisson verdeling.

B.2.2 Normale Verdeling

Voor de Normale verdeling wordt uitgewerkt:

$$(1 - \gamma) * \frac{1}{2} * Q^2 = U(s) = \int_s^{\infty} (t - s)^2 \varphi(t; L) dt$$

met $s = \frac{x - \mu}{\sigma} = N(0,1)$, de genormeerde stochastische variabele.

Met behulp van de relaties (H. & Wh. app.4)

$$\int_r^{\infty} x^2 \varphi(x) dx = \Phi(r) + r * \varphi(r)$$

$$\int_r^{\infty} x * \varphi(x) dx = \varphi(r)$$

onstaat dan (H. & Wh. sec.4-9):

$$U(s) = \frac{1}{2} \sigma^2 * ((1 + s^2) * \Phi(s) - s * \varphi(s))$$

Schneider geeft een polynoom-approximatie voor $U(s)$, maar deze is niet volledig. Voor berekening van $\Phi(\cdot)$ wordt de Hastings-approximatie gebruikt (Abramowitz & Stegun p.932, [1968]).

BEREKENING VAN B-NIVO'S
BESTELMODEL MET VAST BEOORDELINGSINTERVAL

B.3 BESTELMODEL MET VAST BEOORDELINGSINTERVAL

Voor de s,S en nQ,S politiek werkt Schneider expliciete uitdrukkingen voor γ uit, zonder een bepaalde verdelingsfunctie voor de afname in de levertijd specificeren. In de s,S -, en T,s,S -gevallen is de uitdrukking voor γ eenvoudiger dan voor β (T is beoordelingsinterval). De uitdrukking voor γ blijkt in het B,Q- en het T,s,S-geval samen te vallen, terwijl tevens voor het T,s,S-geval de vereenvoudigde uitdrukking voor β samen blijkt te vallen met die voor γ :

$$(1 - \gamma) * Q = (1 - \beta) * Q = \\ = \frac{1}{2 * D(L+T)} * \int_s^{\infty} (t - s)^2 f(t; L+T) dt$$

Met: $D(L+T)$ = verwachting van afname in periode $L+T$;

L = levertijd;

T = beoordelings-interval;

$$Q = D + \frac{\mu'}{2 * \mu} = \text{gem. bestelhoev.h. in een T,s,S-systeem};$$

$$\mu' = (c(D)) = \text{tweede moment van afname in tijd T}$$

s = bestelnivo;

$f(t; L+T)$ = dichtheidsfunctie van t in periode $L+T$

B.4 LUMPY DEMAND

Williams.

Dit model is te gekompliceerd gebleken voor het onderhavige toepassingsgebied. Zie Williams (J.O.R.S.) eerste artikel: uiteenzetting, tweede artikel: tabellen. Of Kapitein [1982]: uitwerking tot pseudo-kode; of Mies [1984]: rekenprogramma in SIMULA (niet af).

Wilcox.

Voor uitleg zie Thomopoulos [1980] of hst.3.5.5.2. of Mies [1984].

BEREKENING VAN B-NIVO'S
PROGRAMMATUUR B-NIVO-BEREKENING

B.5 PROGRAMMATUUR B-NIVO-BEREKENING

```
*****
* Programma Bnivo.for ; Auteur J.P. Ritter
* Algoritmen voor Beta- en Gamma-servicegraaddoelstelling op
* basis van: Logistische - ; Normale - ; Gamma- Laplace - en Poissonverdeling
*****
```

```
DIMENSION GAMMA(6), ! SERVICEGRAADDOELSTELLING
1      Tijd(2) ! Tijd van de dag
Real   A,B,C, ! hulpvar. voor opschuiven Phi(S), Phi(S-1),etc
1      AFLEV, ! verwachte afname in levertijd
1      FGAM, ! GAMMA-schaal-FAKTOR GAMMA-verd.
1      GAMMA, ! servicegraaddoelstelling
1      HASTIN(0:5), ! PARAM'S HASTINGS-2 BENAD.
1      HSBP, HSGP, ! hulpvariabele voor Sbp en Sgp
1      JAARAF, ! verwachte jaarafname (stuks)
1      K...., ! VELLIGHEIDSFAKTOREN
1      LEVT(6), ! verwachte levertijd in weken
1      NNGAM, ! Vormparameter GAMMA-verd.
1      Norm....., ! grenswaarden kansmassa in Term
1      P, ! Poisson-kans rekursieF ONTWIKKELD.
1      Phi, Phicum, ! DICHtheids- en verd.functie.
1      Q,Q1, ! bestelhoeveelheid
1      REORB?, ! Bestelnivo's Beta-definitie
1      REORGP?, ! BESTELNIVO's Gamma definitie
1      SIGLEV, ! SPREIDING afn. in levertijd
1      Termgp, ! ontwikk. partiele verw. (POISSON)
1      VARLEV, ! variantie van afn. in levertijd
1      VARCO, ! Variatie coefficient siglev/aflev
1      Xn,Xbn, ! Genormeerde X Beta-Normaal
INTEGER IA,IL,IG, ! INDEX VOOR AFNAME,LEVT,GAMMA
1      Sbp, Sgp,Sgn, Sbn, ! ontwikkeling B-NIVO's
1      STAP, ! stapwaarde afname- en levert.loop
1      SgpSTA, ! STARTw. hulp-BNIVO gamma-Poisson
DATA HASTIN/0.2316419, 0.319381530, -0.356563782
1      , 1.781477937, -1.821255978, 1.330274429/,
1      WEEKAF/0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2/,
1      LEVT/1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0, 30.0/,
1      GAMMA/0.7, 0.85, 0.90, 0.95, 0.99, 0.999/

Pi      = ACOS(-1.0)
H1      = SQRT(3.0)/Pi
Hphi    = 1.0/SQRT(2.0*Pi)

DO 10 IA = STAP,6,STAP ! AFNAME
Q1      = AINT(4.5607*SQRT(WEEKAF(IA)))
IF (Q1>39.0*WEEKAF(IA)) Q1=AIN(39.0*WEEKAF(IA))
IF      (Q1 < 1) Q1=1
DO 20 IL = STAP,6,STAP ! LEVERTIJD
AFLEV   = WEEKAF(IA)*LEVT(IL)
JAARAF  = 52.0 * WEEKAF(IA)
Q       = Q1
IF (Q1 < AFLEV) Q= AINT( (Q1+AFLEV+JAARAF)/3.0)
```

BEREKENING VAN B-NIVO'S
PROGRAMMATUUR B-NIVO-BEREKENING

```
VARCO = AFLEV**-0.3
SIGLEV = AFLEV*VARCO ! SIGLEV=AFLEV
VARLEV = SIGLEV*SIGLEV
NGAM = AFLEV/SIGLEV
NNGAM = NGAM*NGAM
DO 30 IG = 1,6 ! GAMMA-SERVICE GRAAD
REORba(ig) = -9.0 REORbl(ig) = -9.0
REORbg(ig) = -9.0 REORbn(ig) = -9.0
REORbp(ig) = -9.0 REORgn(ig) = -9.0
NORM(ig) = (1-GAMMA(ig)) * 0.5 * Q**2
NORMbp(ig) = (1-GAMMA(ig))*Q
NORMbn(ig) = (1-GAMMA(ig))*Q/SIGLEV
```

c Berekening REORbl: BETA-servg met Logistische verd.

```
Kbl(ig) = -H1*ALOG(EXP(Q*(1.0-GAMMA(IG))) /
1 (H1*SIGLEV)) - 1.0)
REORbl(ig) = AFLEV + Kbl(ig)*SIGLEV
```

c Berekening REORba: BETA-servg met Laplace verd.

```
REORba(ig)=AFLEV + SIGLEV/SQRT(2.) *
1 ALOG10(1./(2.*(1.-GAMMA(IG))))
```

c Berekening REORbg : BETA-servg met GAMMA verdeling

```
Fgam = NORMbn(ig)
IF (NNGam .lt. 1.0) Ngam= 1.0
IF (NNGam .lt. 1.0) NNGam= 1.0
IF (Fgam .gt. Ngam) Fgam=Ngam
IF (Fgam .ge. 1.0) Kgam(ig)= -Fgam
IF (Fgam .ge. 1.0) GOTO 33
K1 = -(1.0+ALOG(Fgam))
IF (Fgam .gt. 0.4) Kgam(ig)=K1
IF (Fgam .gt. 0.4) GOTO 33
IF (Fgam .gt. 0.12)
1 KOO=1.25-SQRT(5.0*Fgam-0.43)
IF (Fgam .le. 0.12)
1 KOO=-0.77+SQRT(-2.0*ALOG(Fgam)-1.84)
KGM(IG) = KOO + (K1-KOO)/Ngam
33 REORbg(ig) = AFLEV + Kgam(ig)*SIGLEV
30 CONTINUE ! IG
```

c Berekening REORbn : BETA-servg met NORMALE verdeling

```
STAPbn = 1
SbnSTA = -6
DO 380 Sbn = SbnSTA, 300, STAPbn
Xbn = (Sbn-AFLEV)/SIGLEV ! normeren
IF (Xbn .GE. 10.0) GOTO 389
H4 = 1.0/(1.0 + HASTIN(0)*ABS(Xbn))
H5 = 0.0
DO 385 IB = 1,5
```

BEREKENING VAN B-NIVO'S
PROGRAMMATUUR B-NIVO-BEREKENING

```

H5      = H5 + HASTIN(IB)*H4**IB
385  CONTINUE
Phi     = Hphi * EXP( -Xbn*Xbn/2.0)
IF      (Xbn .GE. 0.0) PHICum = Phi*H5
IF      (Xbn .LT. 0.0) PHICum = 1.0 - Phi*H5
VORter  = Termbn
Termbn  = Phi - PHICum*Xbn
Ht1     = VORter-Termbn
Ht2     = Termbn-Normbn(Inorm)
IF      (Sbn .GT. SbnSTA .and. Ht1 .gt. 0.0)
1       STAPbn=AMAX1(1.0,(Ht2/Ht1))
IF      (Termbn .gt. NORMbn) REORbn = Sbn
IF      (Termbn .gt. NORMbn) GOTO 389
380  CONTINUE      ! Sbn

```

c Berekening REORbp: Beta-servg met Poisson verd.

```

389  AFLEV2 = AFLEV
SbpSTA = -3
IF    (AFLEV .GT. 85.0) SbpSTA=INT(AFLEV-83.4)
IF    (SbpSTA .GT. 1) AFLEV2=85.0
P     = EXP(-AFLEV2) ! kans op nul
Phicum = 1.0-P ! (1 - PHI(0))
DO 40 Sbp = Sbpsta, 125
HSbp  = Sbp ! Real maken
Termbp = Phicum*(AFLEV2**HSbp) + AFLEV2*P
IF    (Sbp .le. 0) Goto 65
P     = P*AFLEV2/HSbp ! kans op 1,2,3..
Phicum = Phicum - P
*! Check of Beta-ds bereikt is bij deze Sbp
IF    (Termbp .gt. NORMbp) REORbp = Sbp
IF    (Termbp .gt. NORMbp) GOTO 49
40  CONTINUE

```

c Berekening REORgp : GAMMA-servg met Poisson verd.

```

49  Y      = AFLEV * AFLEV
X      = 2.0 * AFLEV
AFLEV2 = AFLEV
SGPSTA = 0
IF    (AFLEV .GT. 85.0) SgpSTA=INT(AFLEV-83.4)
IF    (SgpSTA .GT. 0) AFLEV2=85.0
P     = EXP(-AFLEV2) ! kans op nul

A      = 1.0          ! 1-Phi(-2)
B      = 1.0          ! 1-Phi(-1)
C      = 1.0 - P      ! 1-Phi(0)
DO 60 Sgp = SGPsta, 175
Hsgp   = Sgp
P     = P*AFLEV/(HSgp+1.0) ! kans op 1,2,3..
A      = B
B      = C
C      = C - P

```

BEREKENING VAN B-NIVO'S
PROGRAMMATUUR B-NIVO-BEREKENING

```

      IF(P .LE. 1.OE-37 .AND. A .EQ. C) GOTO 69
      Termgp = Y*A - X*HSgp*B + HSgp*(HSgp+1.0)*C
      IF (Termgp .gt. NORM) REORgp = Sgp
      IF (Termgp .gt. NORM) GOTO 69
60    CONTINUE

```

c Berekening REORgn : GAMMA-serv met Normale verdeling

```

69    STAPgn = 1
      SgnSTA = -6
      DO 80 Sgn = SgnSTA, 300, STAPgn
      Xn = (SGN-AFLEV)/SIGLEV ! normeren
      IF (Xn .GE. 10) GOTO 89
      H4 = 1.0/(1.0 + HASTIN(0)*ABS(Xn))
      H5 = 0.0
      DO 85 IB = 1,5
      H5 = H5 + HASTIN(IB)*H4**IB
85    CONTINUE
      Phi = Hphi * EXP(-Xn*Xn/2.0)
      IF (Xn .GE. 0.0) PHICum = Phi*H5
      IF (Xn .LT. 0.0) PHICum = 1.0 - Phi*H5
      Vorter = TermGN
      TermGN = Varlev*(PHICum*(1.0 + Xn*Xn) - Phi*Xn)
      Ht1 = Vorter-TermGN
      Ht2 = TermGN-Norm(Inorm)
      STAPgn = 1
      IF (Sgn .GT. SgnSTA) STAPgn=AMAX1(1.0,(Ht2/Ht1))
      IF (TermGN .gt. NORM) REORgn = Sgn
      IF (TermGN .gt. NORM) GOTO 89
80    CONTINUE

```

* AFDRUKKEN BESTEL-NIVO'S

```

89    WRITE (5,500) WEEKAF(IA), Q, LEVT(IL), AFLEV, SIGLEV, Kbl
      WRITE (5,600) REORbl !Beta-logistisch
      WRITE (5,650) REORbg ! Beta-gamma
      WRITE (5,680) REORbn ! Beta-Normaal
      WRITE (5,690) REORba ! Laplace
      WRITE (5,700) REORbp ! Beta-laplace
      WRITE (5,800) REORgp ! Gamma-Poisson
      WRITE (5,900) REORgn ! gamma-normaal
20    CONTINUE ! IL
10    CONTINUE ! IA

```

END

```

*****
*** Proces Class : Wilcox ***
*** Werking : Berekent een bestelnivo m.b.v. de methode van Wilcox. ***
*** Input : Deal - [Ref] ; Voorspelde - [Ref] ***
*****

```

Process CLASS Wilcox (voorspelde,deal);

BEREKENING VAN B-NIVO'S
PROGRAMMATUUR B-NIVO-BEREKENING

```

REF(voorspelling) voorspelde; REF(dealer) deal;
BEGIN
  INTEGER aantweken, omslagpunt, eind;
  REAL waarde, hulp, hulpvar, hulp3, benivo, totaal, hulp2;
  REAL ARRAY weekafnamen[1: lengte], periodeafnamen[1: aantperioden];
  BOOLEAN contr;
  aantweken := 1;
  !* Berekening bestelgrootte en afname in de levertijd *;
  deal.bestel := Sqrt(2 * 52 * deal.voorspelde.verwafn *
  deal.bestkostreg/(deal.voorraadkosten * deal.prijsart));
  IF deal.bestel < 1 THEN deal.bestel := 1;
  WHILE TRUE DO
  BEGIN
    FOR i:= lengte STEP 1 UNTIL 2 DO
      weekafnamen[i]:=weekafnamen[i+1];
      weekafnamen[1] := deal.weekafname;
      deal.weekafname := 0;
    FOR i := 1 STEP 1 UNTIL aantperioden DO
      BEGIN
        eind := i + deal.levertijd 1;
        FOR j := i STEP 1 UNTIL eind DO
          periodeafnamen[i] := totaal + weekafnamen[j];
          totaal := 0;
        END;
        ! sorteren;
        omslagpunt:=aantperioden1;
        WHILE i<=omslagpunt AND NOT contr DO
        BEGIN
          contr:=TRUE;
          FOR j:=1 STEP 1 UNTIL omslagpunt DO
          BEGIN
            IF periodeafnamen[i] > periodeafnamen[i+1] THEN
            BEGIN
              contr:=FALSE;
              waarde:=periodeafnamen[i+1];
              periodeafnamen[i+1]:=periodeafnamen[i];
              periodeafnamen[i]:=waarde;
            END;
          END;
        END;
        !* Berekening van het bestelnivo. *;
        hulp := deal.servicegraaddoelstelling * aantperioden;
        hulp2 :=Entier(hulp);
        hulp3 := hulp hulp2;
        benivo := periodeafnamen[hulp2] + hulp3 * (periodeafnamen[hulp2 + 1]
        periodeafnamen[hulp2]);
        aantweken := aantweken + 1;
        REACTIVATE THIS Wilcox DELAY 1.0;
      END ***while***;
    END *** Wilcox **;
  
```

Demand /WEEK	-Q-	LEAD- TIME	DEM./ LEADT. LEADT.	SIG./	S E R V I C E - V A L U E - O B J E C T I V E						
					0.70	0.85	0.90	0.95	0.99	0.999	
0.20	2.	2.wk	0.40	0.53	K-LOGIST.=	-1.06	-0.32	0.00	0.49	1.45	2.74
Yearly dem.= 10.4					K-GAMMA=	-1.00	-0.43	-0.03	0.66	2.27	4.57
					K-NORMAL=	-0.76	1.13	1.13	1.13	3.03	3.03
Reorder-level acc. to					Beta-LOGISTIC=	-0.16	0.22	0.40	0.65	1.16	1.84
					Beta-GAMMA=	-0.12	0.17	0.38	0.74	1.59	2.80
					Beta-LAPLACE=	0.48	0.59	0.66	0.77	1.03	1.40
					Beta-NORMAL=	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00
					Gamma-NORMAL=	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00
					Beta-POISSON=	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00
Reorder-level acc. to					Gamma-POISSON=	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	2.00
0.20	2.	8.wk	1.60	1.39	K-LOGIST.=	-0.09	0.40	0.66	1.08	2.00	3.27
Yearly dem.= 10.4					K-GAMMA=	-0.16	0.52	0.90	1.55	3.05	5.15
					K-NORMAL=	0.28	1.00	1.00	1.72	2.44	3.16
Reorder-level acc. to					Beta-LOGISTIC=	1.46	2.16	2.52	3.10	4.38	6.15
					Beta-GAMMA=	1.37	2.32	2.86	3.76	5.84	8.76
					Beta-LAPLACE=	1.81	2.11	2.28	2.58	3.26	4.25
					Beta-NORMAL=	2.00	3.00	3.00	4.00	5.00	6.00
					Gamma-NORMAL=	2.00	3.00	3.00	4.00	5.00	6.00
					Beta-POISSON=	2.00	3.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Reorder-level acc. to					Gamma-POISSON=	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	6.00
0.20	6.	30.wk	6.00	3.51	K-LOGIST.=	-0.23	0.28	0.55	0.98	1.90	3.18
Yearly dem.= 10.4					K-GAMMA=	-0.33	0.34	0.69	1.26	2.51	4.19
					K-NORMAL=	0.00	0.57	0.85	1.14	1.99	2.56
Reorder-level acc. to					Beta-LOGISTIC=	5.16	7.00	7.95	9.44	12.68	17.15
					Beta-GAMMA=	4.83	7.21	8.43	10.42	14.81	20.68
					Beta-LAPLACE=	6.55	7.29	7.73	8.47	10.21	12.68
					Beta-NORMAL=	6.00	8.00	9.00	10.00	13.00	15.00
					Gamma-NORMAL=	7.00	8.00	9.00	10.00	12.00	15.00
					Beta-POISSON=	5.00	7.00	7.00	9.00	11.00	13.00
Reorder-level acc. to					Gamma-POISSON=	5.00	6.00	7.00	8.00	10.00	13.00

Demand -Q- LEAD- DEM./ SIG./
/WEEK TIME LEADT. LEADT.

S E R V I C E - V A L U E - O B J E C T I V E

0.80 4. 2.wk 1.60 1.39 K-LOGIST.= -0.73 0.09 0.20 0.66 1.61 2.89
Yearly dem.= 41.6 K-GAMMA= -0.85 0.16 0.24 0.90 2.41 4.52
K-NORMAL= -0.43 0.28 1.00 1.72 2.44
Reorder-level acc. to Beta-LOGISTIC= 0.57 1.46 1.88 2.52 3.84 5.62
Beta-GAMMA= 0.41 1.37 1.94 2.86 4.95 7.88
Beta-LAPLACE= 1.81 2.11 2.28 2.58 3.26 4.25
Beta-NORMAL= 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00
Gamma-NORMAL= 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00
Beta-POISSON= 1.00 2.00 3.00 4.00 6.00
Gamma-POISSON= 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00
(Safety-factor)

0.80 17. 8.wk 6.40 3.67 K-LOGIST.= -1.34 -0.51 -0.15 0.35 1.34 2.63
Yearly dem.= 41.6 K-GAMMA= -1.39 -0.63 -0.23 0.43 1.74 3.45
K-NORMAL= -1.20 -0.38 -0.10 0.43 1.52 2.34
Reorder-level acc. to Beta-LOGISTIC= 1.46 4.52 5.84 7.71 11.32 16.05
Beta-GAMMA= 1.30 4.06 5.55 7.99 12.79 19.05
Beta-LAPLACE= 6.97 7.75 8.21 8.99 10.80 13.39
Beta-NORMAL= 2.00 5.00 6.00 8.00 12.00 15.00
Gamma-NORMAL= 1.00 4.00 5.00 7.00 10.00 13.00
Beta-POISSON= 2.00 5.00 6.00 7.00 10.00 13.00
Gamma-POISSON= 0.00 2.00 3.00 5.00 8.00 11.00
(Safety-factor)

0.80 23. 30.wk 24.00 9.25 K-LOGIST.= -0.58 0.01 0.31 0.75 1.69 2.97
Yearly dem.= 41.6 K-GAMMA= -0.70 0.02 0.36 0.91 2.01 3.41
K-NORMAL= -0.54 0.10 0.43 0.86 1.62 2.48
Reorder-level acc. to Beta-LOGISTIC= 18.62 24.17 26.86 31.01 39.68 51.53
Beta-GAMMA= 17.46 24.24 27.37 32.48 42.62 55.55
Beta-LAPLACE= 25.45 27.42 28.57 30.54 35.11 41.65
Beta-NORMAL= 19.00 25.00 28.00 32.00 39.00 47.00
Gamma-NORMAL= 21.00 25.00 27.00 31.00 37.00 45.00
Beta-POISSON= 18.00 22.00 24.00 26.00 31.00 36.00
Gamma-POISSON= 17.00 20.00 21.00 24.00 28.00 34.00
(Safety-factor)

Demand /WEEK	-Q-	LEAD- TIME	DEN./ LEADT.	SIG./ LEADT.	S E R V I C E - V A L U E - O B J E C T I V E	(Safety-factor)
3.20	8.	2.wk	6.40	3.67	K-LOGIST.=	
Yearly dem.=	166.4				K-GAMMA=	
					K-NORMAL=	
Reorder-level	acc. to				Beta-LOGISTIC=	
					Beta-GAMMA=	
					Beta-LAPLACE=	
					Beta-NORMAL=	
					Gamma-NORMAL=	
					Beta-POISSON=	
					Gamma-POISSON=	
3.20	66.	8.wk	25.60	9.68	K-LOGIST.=	
Yearly dem.=	166.4				K-GAMMA=	
					K-NORMAL=	
Reorder-level	acc. to				Beta-LOGISTIC=	
					Beta-GAMMA=	
					Beta-LAPLACE=	
					Beta-NORMAL=	
					Gamma-NORMAL=	
					Beta-POISSON=	
					Gamma-POISSON=	
3.20	90.	30.wk	96.00	24.41	K-LOGIST.=	
Yearly dem.=	166.4				K-GAMMA=	
					K-NORMAL=	
Reorder-level	acc. to				Beta-LOGISTIC=	
					Beta-GAMMA=	
					Beta-LAPLACE=	
					Beta-NORMAL=	
					Gamma-NORMAL=	
					Beta-POISSON=	
					Gamma-POISSON=	

BIJLAGE C
SEIZOEN MODELLEN

C.1 MODEL VAN WINTERS

Winters gaat uit van een multiplikatief seizoenpatroon met aanwezigheid van een trend. Dit model heeft de volgende prognoseformules:

$$\begin{aligned} Y_{t,V} &= \{M_t + V * T_t\} * S_{t,V} \\ M_t &= a_1 * (Y_t / S_t) + (1 - a_1) * \{M_{t-1} + T_{t-1}\} \\ T_t &= a_2 * \{M_t - M_{t-1}\} + (1 - a_2) * T_{t-1} \\ S_t &= a_3 * (Y_t / M_t) + (1 - a_3) * S_{t-g} \end{aligned}$$

waarbij:

$Y_{t,V}$ = voorspelde afname in periode t voor periode t+V
 V = aantal perioden waarvoor voorspeld wordt
 M_t = gemiddelde afname aan het einde van periode t
 T_t = trend aan het einde van periode t
 S_t = seizoenkomponent in periode t
 Y_t = gerealiseerde afname in periode t
 a_1, a_2, a_3 = effeningsparameters (onafhankelijk van elkaar)
 g = aantal perioden in een jaar
 $S_{t,V}$ = seizoencomponent in periode t+V
 t = periodenummer

SEIZOEN MODELLEN MODEL VAN HARRISON

C.2 MODEL VAN HARRISON

Dit model wordt gekenmerkt door een niet auto-adaptieve aanpassing van de seizoenkomponent en is gebaseerd op de volgende vergelijkingen:

$$Y_{t,V} = \{M_t + V * T_t\} * S_{t,0}$$

$$M_t = M_{t-1} + T_{t-1} + a * \{M_t - M_{t-1} - T_{t-1}\}$$

$$T_t = a * \{M_t - M_{t-1}\} + (1 - a) * T_{t-1}$$

De seizoenkomponent wordt met behulp van een Fourier-reeks berekend volgens:

$$S_t = 1 + \sum_{i=1}^{i=n} \left\{ K_{t,i}^{(1)} * \cos\left(i * \frac{2\pi}{g} * t\right) + K_{t,i}^{(2)} * \sin\left(i * \frac{2\pi}{g} * t\right) \right\}$$

met $g \gg 2n + 1$

en \dot{M}_t = voortschrijdend gemiddelde over een jaar

(1) (2)

$K_{t,i}^{(1)}, K_{t,i}^{(2)}$ = coefficient Fourier-reeks voor periode i bij de berekening van de seizoenkomponent voor periode t.

C.3 WISKUNDIG BEWIJS TOEPASBAARHEID BINOMIAAL-VERDELING

Stel twee stochastische variabelen k_1 en k_2 Poisson verdeeld volgens:

$$k_1 \sim P(\lambda_1) \text{ waarbij } \lambda_1 = \text{variantie en gemiddelde van } k_1$$

$$k_2 \sim P(\lambda_2) \text{ waarbij } \lambda_2 = \text{variantie en gemiddelde van } k_2$$

dan geldt:

$$P(k = i) = \frac{\lambda^n * \text{EXP}(-\lambda)}{i!} \quad \text{met } n = 1 \text{ of } 2$$

Onder aanname dat k_1 en k_2 onafhankelijk zijn, kan herleid worden dat

$$P(k_1 = i | k_1 + k_2 = k) \text{ binomiaal verdeeld is volgens } k \sim k(n,p)$$

$$\text{waarbij } n = k_1 + k_2 \text{ en } p = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

SEIZOEN MODELLEN
WISKUNDIG BEWIJS TOEPASBAARHEID BINOMIAAL-VERDELING

Indien k_1 en k_2 onafhankelijk zijn, dan geldt:

$$\begin{aligned}
 P(k_1 = i \mid k_1 + k_2 = k) &= \frac{P(k_1 = i \text{ \& } k_1 + k_2 = k)}{P(k_1 + k_2 = k)} = \frac{P(k_1 = i \text{ \& } k_2 = k - i)}{P(k_1 + k_2 = k)} \\
 &= \frac{P(k_1 = i) * P(k_2 = k - i)}{P(k_1 + k_2 = k)} \\
 &= \frac{\frac{\lambda_1^i * \text{EXP}(-\lambda_1)}{i!} * \frac{\lambda_2^{k-i} * \text{EXP}(-\lambda_2)}{(k-i)!}}{\frac{(\lambda_1 + \lambda_2)^k * \text{EXP}(-(\lambda_1 + \lambda_2))}{k!}} = \frac{k!}{i! * (k-i)!} * \frac{\lambda_1^i * \lambda_2^{k-i}}{(\lambda_1 + \lambda_2)^k} \\
 &= \binom{k}{i} * \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} \right)^i * \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \right)^{k-i} = \binom{k}{i} * \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} \right)^i * \left(1 - \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} \right)^{k-i}
 \end{aligned}$$

hetgeen exakt overeenkomt met een binomiale verdelingsfunctie.

Opm: i en k zijn de waarden die de stochastische variabelen k_1 en k_2 kunnen aannemen.

C.4 TOEPASBAARHEID BINOMIAALTOETS

C.4.1 Afleiding

De binomiaal toets is toepasbaar op de gekumuleerde afnamecijfers omdat de totale, gekumuleerde afname in een periode i Poisson verdeeld is. Dit is waar omdat de som van twee Poisson verdeelde stochastische variabelen eveneens een Poisson verdeelde variabele is.

Stel twee stochastische variabelen x_1 en x_2 Poisson verdeeld volgens:

$x_1 \sim P(\lambda_1)$ waarbij λ_1 = variantie en gemiddelde van x_1

$x_2 \sim P(\lambda_2)$ waarbij λ_2 = variantie en gemiddelde van x_2

Voor de stochastische variabele x_3 geldt: $x_3 = x_1 + x_2$

Indien x_1 en x_2 onafhankelijk zijn geldt:

SEIZOEN MODELLEN
TOEPASBAARHEID BINOMIAALTOETS

$$\begin{aligned}
 P(x_3 = k) &= \sum_{i=0}^{i=k} P(x_1 = i, x_2 = k-i) = \sum_{i=0}^{i=k} P(x_1 = i) * P(x_2 = k-i) \\
 &= \sum_{i=0}^{i=k} \left\{ \frac{\lambda_1^i * \text{EXP}(-\lambda_1)}{i!} * \frac{\lambda_2^{k-i} * \text{EXP}(-\lambda_2)}{(k-i)!} \right\} \\
 &= \frac{\text{EXP}(-(\lambda_1 + \lambda_2))}{k!} * \sum_{i=0}^{i=k} \left\{ \frac{k!}{i! * (k-i)!} * \lambda_1^i * \lambda_2^{k-i} \right\} \\
 &= \frac{\text{EXP}(-(\lambda_1 + \lambda_2))}{k!} * \sum_{i=0}^{i=k} \binom{k}{i} \lambda_1^i * \lambda_2^{k-i} \left\{ \frac{\text{EXP}(-(\lambda_1 + \lambda_2))}{k!} * (\lambda_1 + \lambda_2)^k \right. \\
 &\quad \left. (a+b)^n = \sum_{k=0}^{k=n} \binom{n}{k} * a^k * b^{n-k} \right\} \\
 &\quad \text{(Binomium van Newton).}
 \end{aligned}$$

Hieruit blijkt dat x_3 eveneens Poisson verdeeld is volgens
 $x_3 \sim P(\lambda_1 + \lambda_2)$.

C.4.2 Algoritme Binomiaal-ontwikkeling

Bovenstaand Binomium bestaat uit twee delen:

$$f(n, k) = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k! * (n-k)!} \quad \text{en} \quad g(n, k) = p^k * (1-p)^{(n-k)}$$

Deze kunnen als volgt rekursief ontwikkeld worden.

A. Bij een bepaalde $n=N$ geldt:

$$g(N, k) = g(N, (k-1)) * \frac{p}{(1-p)} \quad (k = 1, N)$$

$$\begin{aligned}
 \text{terwijl} \quad g(N, 0) &= (1-p)^N = g((N-1), 0) * (1-p) \quad (N = 1, 2, \dots) \\
 \text{terwijl} \quad g(0, 0) &= 1
 \end{aligned}$$

B. Bij een bepaalde N geldt:

$$\begin{aligned}
 f(N, k) &= f(N, (k-1)) * \frac{(N-k+1)}{k} \quad (k = 1, N) \\
 \text{terwijl} \quad f(N, 0) &= 1
 \end{aligned}$$

Aangezien $p = 1 / (\text{aantal perioden per jaar})$, ligt $-p-$ vast bij een bepaalde indeling van de afnamecijfers; tevens staat aan het begin van het programma de betrouwbaarheid γ vast, zodat eenmalig een array

SEIZOEN MODELLEN
TOEPASBAARHEID BINOMIAALTOETS

met kritieke waarden $-z$ -, behorende bij een bepaalde N = jaarafname berekend hoeft te worden. Dit verloopt door middel van bovenstaande rekursie zeer vlot, zodat hierin de operationele kracht van deze methode ligt. Tevens wordt met bovenstaande rekursie het bereik van het algoritme vergroot in vergelijking tot de uitgangsformule; de beperking ligt nu in de berekening van $(1-p)^{**n}$: als de computer een getal-representatie van $10^{**}-p$ aan kan, dan is $nmax = -p/(\log(1-p))$.

C.5 FORMULES MSE

Stel: y = waarde van i -de element (= jaarafname in i -de jaar)
 x = nummer i -de element (= jaarnummer)
 b_0, b_1 = regressie coëfficiënten
 D = verwachte jaarafname in i -de jaar, berekend volgens lineaire regressie ($y = D = b_0 + b_1 * x$)
 t = schatter van 4-de element van de tijdreeks (= afname in 4-de jaar)
 p, q, r = parameters van de schatter

Doel: zodanige bepaling van t dat $\varepsilon(t, y)$ minimaal is.

$$\varepsilon \left\{ \left(t - y \right)^2 \right\} = \varepsilon \left\{ \left((t - D) + (D + y) \right)^2 \right\} = \varepsilon \left\{ \left(t - D \right)^2 \right\} + \text{var } y$$

De variantie van y is niet te veranderen, zodat de berekening beperkt wordt tot de minimalisatie van $\varepsilon \{ (t - D) \}$.

Stel: $t = p*y + q*y + r*y$, onder de nevenkonditie: $p+q+r=1$

$$\varepsilon \left\{ \left(t - D \right)^2 \right\} = \text{var } t + \left(t - D \right)^2$$

$$\varepsilon t = p(b_0 + b_1) + q(b_0 + 2*b_1) + r(b_0 + 3*b_1) = b_0 + b_1(p+2q+3r)$$

$$\text{var}(t) = (p + q + r)^2 * \sigma^2$$

$$\varepsilon \left\{ \left(t - D \right)^2 \right\} = (p + q + r)^2 * \sigma^2 + (p + 2q + 3r - 4)^2 * b_1^2$$

onder substitutie van $r=1-p-q$ kan door partieel differentieren berekend worden dat $(t - D)$ minimaal is voor:

SEIZOEN MODELLEN
FORMULES MSE

$$p = \frac{\frac{\sigma^2}{1} + 4 \frac{b^2}{1}}{3(\frac{\sigma^2}{1} + 2 \frac{b^2}{1})} ; q = \frac{\frac{\sigma^2}{1} (1 - p) - \frac{b^2}{1} (2p + 1)}{2 \frac{\sigma^2}{1} + \frac{b^2}{1}} ; r = 1 - p - q$$

Opmerking:

Uit bovenstaande formules voor berekening van p, q en r komt de eigenschap van MSE naar voren dat de mate waarin bij het voorspellen een trend wordt geëxtrapoleerd afhankelijk is van de mate waarin de y-waarden afwijken van het veronderstelde lineaire verband. Bijvoorbeeld:

$$\begin{aligned} \frac{\sigma^2}{b} = \infty & \implies p = 1/3, \quad q = 1/3, \quad r = 1/3 \\ \sigma^2 = 0 & \implies p = -2/3, \quad q = 1/3, \quad r = 4/3 \end{aligned}$$

SEIZOEN MODELLEN
PROGRAMMATUUR SEIZOEN HERKENNING

C.6 PROGRAMMATUUR SEIZOEN HERKENNING

```

JAARS2.FOR      FORTRAN V.7(1716)/F77/C/SY      4-Jul-84
C*****
C Titel : JAARSM.FOR   Auteur : E.J.A. Wolf   6 Jan. 1981
C Ingekorte versie; volledig programma bij Vakgroep Landbouwtechniek
C Seizoen-herkenning: door de afnamen over opeenvolgende jaren per
C periode te sommeren wordt onderzocht of significante afnamen zich
C jaarlijks ongeveer in het zelfde tijds-interval voordoen.
C M.b.v. de binomiaaltoets wordt over een voortschrijdende testperiode
C getoetst op significantie. Tevens vindt voorspelling plaats van :
C 1.begin seizoen; 2.lengte seizoen; 3. de seizoenafname.
C*****
C      AFN(I,J):afname (i-de jaar,j-de periode)
C      AFNPER(I):totaal afname in periode i over (AJAAR-ERSTJR) jaren
C      AFNVLG :afname volgend jaar
C      AMAX :maximum significante afname in testperioden
C      AZSI :aantal artikelen zonder significante afname
C      BEGINS :begin seizoen
C      BTGRNS :minimum waarde BTKODE voor seizoenherkenning
C      BTKODE :verhouding seizoenafname,jaarafname
C      DJAAR(I):jaarnummer van i-de jaar
C      FVSPEL :verhouding seizoenafname in het komend jaar en de
C              gemiddelde seizoenafname
C      GAMMA :toetsingsbetrouwbaarheid
C      JAFN(I) :jaarafname in jaar i
C      K :afname in te toetsen testperiode
C      LENGPR :lengte testperiode (aantal 2-wekelijkse perioden)
C      N :totale afname in historie-jaren
C      P :kans op een afname in periode i
C      SEIAFN :seizoenafname over historie-jaren
C      SEIVSP :voorspelde seizoen afname in komend jaar
C      TNSAS :aantal keer (niet seizoenart. + aantoonbaar seizoen)
C      TNSNAS :aantal (niet seizoenart. + niet aantoonbaar seizoen)
C      TOTAFN :totale afname over historie-jaren
C      TSAS :aantal keer (seizoenart. + aantoonbaar seizoen)
C      TSNAS :aantal keer (seizoenart. + niet aantoonbaar seizoen)
C      VGKODE :vergelijk artikel beoordeling van Imp.X en van model
C              KODE A...seizoenartikel(X.) + aantoonbaar seizoen(m)
C              KODE B...niet seizoenartikel + aantoonbaar seizoen
C*****
      INTEGER AART, N, NZ, Z, LENGPR, DJAAR, ERSTJR, ANTJR, NMAX,
      1      LENG, BEGINS, VOLGNR, AJAAR, STGEG, AZSI, ZBIN,
      1      TSAS, TSNAS, TNSAS, TNSNAS, ARTNR, STDATM
      REAL AFN, JAFN, AFNPER, TOTAFN, AFNVLG, SEIAFN, ALPHA,
      1      FVSPEL, SEIVSP, BTKODE, GAMMA, BTGRNS, P
      DIMENSION DJAAR(3), AFN(3,26), AFNPER(26), JAFN(3), ZBIN(300)

      ALPHA = 0.3
      TSAS = 0
      GAMMA = antdef(0.1,1.0,0.9999,' GEEF WAARDE VOOR GAMMA')
      BTGRNS = ANTDEF(0.1,1.0,0.6,' GEEF WAARDE VOOR BETR.B.H.GRENS')
      LENGPR = ANTDEF(1.0,10.0,2.0,' GEEF LENGTE TESTPERIODE ')

```

SEIZOEN MODELLEN
PROGRAMMATUUR SEIZOEN HERKENNING

```

C
C      VULLEN ARRAY MET KRITIEKE WAARDEN: ZBIN (GAMMA, P, NMAX)
P      = LENGPR/26.0      !      26 PERIODEN PER JAAR
CALL   BINCRI(GAMMA,P,NMAX,ZBIN)

C
C      Lees per artikel de gewenste informatie.
OPEN   (UNIT=17,FILE='DATA.DAT',ACCESS='SEQIN',BUFFER COUNT=16)
DO 900 AART = 1, ARTMAX
READ(17,10,END=1200) ARTNR,(DJAAR(I),JAFN(I),(AFN(I,J),J=1,26),
1      J=1,26),I=1,3)
10     FORMAT (A10,3(I2,F6.0,26F5.0))

C
C      Bereken de gekumuleerde afname per periode en over alle jaren.
NZ      = TOTAFN
Z       = ZBIN(NZ)
IF      (NZ .GT. NMAX) Z=ZBIN(NMAX)

C
CBepaal signifikante perioden in SZBEP.SUB; bepaal seizoenen in SZSPEC.SUB
CALL SZBEP (AFNPER,TSNAS,TNSNAS,AZSI,TOTAFN,
1          LENG,SEI,AFN,SERIE,LENGPR,NMAX,ZBIN)

C
SEIVSP  = FVSP * SEIAFN
BTKODE  = SEIVSP/AFNVLG

C
C      klassen TSNAS (=fout 2e soort),TSAS,TNSNAS,TNSAS (fout 1e soort)
VGKODE  = ' '
IF      (FOUTB .NE. 0) GOTO 190      !GEEN signifikante periode(n)
IF (BTKODE .LT. BTGRNS .AND. SERIE .LT. 90) TNSNAS = TNSNAS+1
IF (BTKODE .LT. BTGRNS .AND. SERIE .LT. 90) VGKODE = '--'
IF (BTKODE .LT. BTGRNS .AND. SERIE .GE. 90) TSNAS = TSNAS+1
IF (BTKODE .LT. BTGRNS .AND. SERIE .GE. 90) VGKODE = 'GS'
1      ! Geen (groot genoeg) seizoen
IF (BTKODE .LT. BTGRNS) GOTO 190
IF (BTKODE .GE. BTGRNS .AND. SERIE .LT. 90) TNSAS = TNSAS+1
IF (BTKODE .GE. BTGRNS .AND. SERIE .LT. 90) VGKODE = ' B '
IF (BTKODE .GE. BTGRNS .AND. SERIE .GE. 90) TSAS = TSAS+1
IF (BTKODE .GE. BTGRNS .AND. SERIE .GE. 90) VGKODE = ' A '

C
C      printen van de resultaten
124     WRITE (23,130) ARTNR,ARTOMS,BEGINS,LENG,SEIVSP,AFNVLG,BTKODE,VGKODE
130     FORMAT (A10,4X,5A5,3X,I2,5X,I2,6X,F6.1,3X,F6.1,4X,F3.1,5X,A2)
CALL   PRTSEI (ARTNR, ARTOMS, SERIE, LENG, BEGINS, SEIAFN,
1          VGKODE,Z, GAMMA,BTGRNS, LENGPR, ALPHA,TOTAFN, JAFN, AFN, AFNPER)
900     CONTINUE      ! AART
1200    CLOSE      (UNIT=17)
190     STOP
END

```

SEIZOEN MODELLEN
PROGRAMMATUUR SEIZOEN HERKENNING

```

C*****
C      Titel: Bincri.sub ; Auteur: Ritter ; Datum: 15 juni 1983
C      Wordt aangeroepen in JAARSM.FOR.
C      Berekening van kritieke waarden d.m.v. Binomiaal-verdeling.
C      Rekursieve betrekking (zie bijlage C.4.2.):
C       $(N)/(K) = N!/(K!(N-K)!)$  wordt:  $f(N)=f(N-1)*(n-K+1)/K$ 
C       $p**k * (1-p)**(N-k)$  wordt:  $g(0)=1$  ;  $g(N)=g(N-1)*p/(1-p)$ 
C      Per programma NMAX=200 kritieke waarden bij GAMMA en N=TOTAFN
C*****
      SUBROUTINE      BINCRI(GAMMA,P,NMAX,ZBIN)
      REAL      GAMMA,P,N,K
      INTEGER NMAX,ZBIN
      DIMENSION      ZBIN(NMAX)
      DOUBLE PRECISION      T1,T2,S,G,F

      G      = P/(1.0-P)
      T1      = 1.0

      DO 10      N = 1, NMAX
      T1      = T1*(1.0-P)      ! P(0)
      S      = T1
      T2      = T1

      DO 20      K = 1, N
      F      = (N-K+1)/K
      T2      = T2*F*G
      S      = S + T2
      IF      (S .GT. GAMMA) GOTO 30
20      CONTINUE
30      ZBIN(N) = K
10      CONTINUE
      RETURN
      END

```

```

SZBEP.SUB      FORTRAN V.7(1716)/F77/C/SY      4-Jul-84
C*****
C      Titel : SZBEP.SUB      Auteurs : E.J.A. Wolf / J.P. Ritter
C      Datum : 6 Jan. 1981 / 10 juni 1983
C      Wordt aangeroepen in JAARSM.FOR
C      Binomiaal-toets, op voortschrijdende testperiode.
C      Voorspelling van: begin, lengte en omvang van seizoenen.
C*****
C      AMAX1      :maximum significante afname in testperioden
C      AMAX2      :tweede-grootste significante afname
C      ASIG      :teller voor aantal gesignaleerde significante perioden
C      BEGINS1 :begin seizoen max. per.
C      BEGINS2 :begin seizoen 2e. per.
C      NRPER      :periodenummer direkt voor de testperiode
C      LENGPR      :lengte testperiode (aantal 2-wekelijks perioden)
C      LENG1      :lengte max. seizoen (aantal 2-wekelijks perioden)
C      LENG2      :lengte 2e seizoen (aantal 2-wekelijks perioden)

```

SEIZOEN MODELLEN
PROGRAMMATUUR SEIZOEN HERKENNING

```

C      N      :totale afname in (AJAAR-ERSTJR)-jaren
C      NRMAX1 & -2 :arraynummer van testperiode waarin maximale afname
C                  plaatsvindt
C      SEIAF1 & -2 :seizoenafname over (AJAAR-ERSTJR) jaren
C      SERI      :indikatie ja/nee seizoen door importeur.
C      SIGNIF(i):nummer van periode waarin het begin van de i-de test-
C                  periode valt
C      TESPERR :afname in het te toetsen tijdsinterval (kan meerdere
C                  perioden lang zijn)
C      WARN      :aanduiding twee kwa omvang gelijke seizoenen
C*****
006      SUBROUTINE SZBEP (AFNPER,TSNAS,TNSNAS,AZSI,TOTAFN,
007      1      WARN,LENGS,BEGINS,SEIAFN,SERIE,LENGPR,NMAX,ZBIN)
008      INTEGER TSNAS,TNSNAS,AZSI,LENGS,LENGS1,LENGS2,
009      1      BEGINS,BGINS1,BGINS2,LENGPR,ASIG,NRMAX1,NRMAX2,
010      1      K, N, NRPER, SERIE, SIGNIF, DIF, NMAX, ZBIN
011      REAL AFNPER,SEIAFN,SEIAF1,SEIAF2,AMAX1,AMAX2,TESPER,TOTAFN
012      LOGICAL WARN
013      DIMENSION AFNPER(26),SIGNIF(0:26),ZBIN(NMAX)
014      C
015      C      LENGPR =2 !2 maal 2-wekelijxse periode
016      SIGNIF(0) = 0; DIF = 0 ; ASIG = 0 ; NRMAX1= 0 ; NRMAX2 = 0
021      AMAX1 = -1.0 ; AMAX2 = -1.0 ; WARN = .FALSE. ; LENG = 0
022      BEGINS = 0 ;SEIAFN= 0; SEIAF1= 0.0; SEIAF2= 0.0 ;TESPER= 0.0
031      N = TOTAFN
033      IF (N .GT. NMAX) GOTO 200
034      DO 90 J=1,26
035          SIGNIF(J) = 0
036          TESPERR =TESPER + AFNPER(J)
037          IF ( J .LT. LENGPR ) GOTO 90
038          NRPER =J-LENGPR
039          IF ( NRPER .GE. 1 ) TESPERR =TESPER - AFNPER(NRPER)
040          K = TESPERR ! MOET INTEGER
041          IF (K .LT. ZBIN(N)) GOTO 90 ! NIET SIGNIFIKANT
042          ASIG = ASIG + 1
043          SIGNIF(ASIG) = NRPER + 1
044          DIF = SIGNIF(ASIG) - SIGNIF(ASIG-1)
045          IF ( TESPERR .LT. AMAX1 ) GOTO 86
046          IF (DIF .GT. 1) NRMAX2 = NRMAX1
047          NRMAX1 = ASIG
048          IF (DIF .GT. 1) AMAX2 = AMAX1
049          AMAX1 = TESPERR
050          GOTO 90
051      86      IF (TESPERR .LT. AMAX2) GOTO 90
052          NRMAX2 = ASIG
053          AMAX2 = TESPERR
054      90      CONTINUE
055          IF (AMAX1 .GT. -1.0 ) GOTO 103
056          AZSI = AZSI + 1 !geen significante perioden
057          (FOUTB .EQ. 0) FOUTB= 1
058          IF ( SERIE .LT. 90 ) TNSNAS=TNSNAS+1
059          IF ( SERIE .GE. 90 ) TSNAS=TSNAS+1
060      RETURN

```

SEIZOEN MODELLEN
PROGRAMMATUUR SEIZOEN HERKENNING

```

061      C
062      C SIGNIF(NRMAX) is testperiode met grootste AFNAME; Hieromheen
063      C wordt onderzocht of aangrenzende testperioden significant zijn.
066      103  LENG1 = LENGPR
067          CALL SZSPEC (LENG1,SEIAF1,BGINS1,AMAX1,
068                      1 NRMAX1,ASIG,SIGNIF,AFNPER)
069          IF (AMAX2.LT. 0.0) GOTO 150
070          LENG2 = LENGPR
071          CALL SZSPEC (LENG2,SEIAF2,BGINS2,AMAX2,
072                      1 NRMAX2,ASIG,SIGNIF,AFNPER)
073          WARN = .FALSE.
074          IF (SEIAF1.GT. SEIAF2) GOTO 150
075          IF (SEIAF1.LT. SEIAF2) GOTO 160
076          IF (LENG1.GT. LENG2) GOTO 150
077          IF (LENG1.LT. LENG2) GOTO 160
078          WARN = .TRUE.
079      150  SEIAFN = SEIAF1
080          BEGINS = BGINS1
081          LENG1 = LENG1
082          GOTO 200
083      160  SEIAFN = SEIAF2
084          LENG1 = LENG2
085          BEGINS = BGINS2
086      200  RETURN
087          END

```

SZSPEC.SUB FORTRAN V.7(1716)/F77/C/SY 4-Jul-84

```

C*****
C      Titel : SZSPEC.SUB      Auteurs : E.J.A. Wolf / Ritter
C      Datum : 6 Jan. 1981 / 10 JUNI 1983
C
C      Wordt aangeroepen in SZBEP.SUB
C      Specificatie van ligging en omvang van een seizoen rond een
C      significante testperiode (lengte, afname, begin)
C      SIGNIF(NRMAX) is de testperiode met de grootste afname; hieromheen
C      wordt onderzocht of aangrenzende testperioden significant zijn.
C*****
C      AMAX      :maximum significante afname in testperioden
C      BEGINS     :begin seizoen max. per.
C      LENGPR    :lengte testperiode (aantal 2-wekelijkse perioden)
C      LENG1     :lengte seizoen (aantal 2-wekelijkse perioden)
C      NRMAX     :arraynummer van testperiode met maximale afname
C      NRSIG     :teller voor aantal gesignaleerde significante perioden
C      SEIAFN    :seizoenafname over (AJAAR-ERSTJR) jaren
C      SIGNIF(i) :nummer van periode waarin het begin van de
C                  i-de testperiode valt
C*****
C      SUBROUTINE SZSPEC (LENG1,SEIAFN,BGINS,AMAX,NRMAX,ASIG,SIGNIF,AFNPER)
C      INTEGER LENG1,BGINS,NRMAX,ASIG,SIGNIF
C      REAL AFNPER,SEIAFN,AMAX
C      DIMENSION AFNPER(26),SIGNIF(0:26)

```

SEIZOEN MODELLEN
PROGRAMMATUUR SEIZOEN HERKENNING

C

```

      SEIAFN =AMAX
      BEGINS =SIGNIF(NRMAX)
      IF (NRMAX .EQ. 1 ) GOTO 111
105   DO 110 I=NRMAX-1,1,-1
        IF ((SIGNIF(I+1) - SIGNIF(I)) .GT. 1 ) GOTO 111
        BEGINS =SIGNIF(I)
        SEIAFN =SEIAFN + AFNPER(SIGNIF(I))
        LENG5 =LENG5 + 1
110   CONTINUE
111   IF ( NRMAX .EQ. ASIG ) GOTO 130
      DO 120 I=NRMAX+1,ASIG
        IF (( SIGNIF(I) - SIGNIF(I-1)) .GT. 1 ) GOTO 130
        SEIAFN =SEIAFN + AFNPER(SIGNIF(I)+1)
        LENG5 =LENG5 + 1      ! In 2-wekelijkse perioden
120   CONTINUE
130   RETURN
      END

```


Bijlage C Voorbeeld seizoenherkenning

Programma: JAARSM.FOR		OVERZICHT AFNAMECIJFERS MET SEIZOENINDIKATIE										Gamma=0,9999					Btth.grens=0,50					Periodelengte=2*2 wk						
PERIODEN.:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	SOM
233 #91# 79		0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	7	18	2	16	12	0	0	0	0	2	4	0	73
KLOPROL KPL 3-80		0	0	4	6	10	2	4	0	28	0	0	2	2	9	9	4	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	93
Totaal (Z= 27)		0	0	4	12	10	2	4	0	28	0	4	2	2	16	27	6	16	19	6	0	0	0	2	4	0	0	166
Seizoenindik. GS 0,3															SS	SS	SS	SS										26
560 #92# 79		2	0	0	5	0	0	10	0	5	5	0	0	0	0	10	0	2	11	12	9	12	10	9	0	0	0	102
VEREINDIGINGSSTAAF 80		0	10	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	15	0	5	4	0	1	0	0	0	0	0	39
Totaal (Z= 24)		2	10	0	5	0	0	10	0	5	9	0	0	0	0	10	15	2	11	17	13	12	11	9	0	0	0	141
Seizoenindik. GS 0,4																	SS	SS	SS	SS	SS	SS						22
5564 #91# 79		0	0	0	6	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	4	13	0	0	5	6	0	0	52
SCHAAR KPL 1975 80		0	0	0	6	0	12	0	0	0	0	6	0	0	15	0	0	9	8	1	6	2	0	0	0	0	0	65
Totaal (Z= 21)		0	0	0	12	0	12	3	0	0	0	6	0	0	15	0	15	9	8	5	19	2	0	5	6	0	0	117
Seizoenindik. GS 0,2																	SS	SS	SS	SS	SS	SS						13
566 #92# 79		0	0	0	5	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	6	0	0	0	0	39
KLINKSPYL TYPE1975 80		0	10	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	12	0	10	20	25	0	0	0	0	0	84
Totaal (Z= 22)		0	10	0	5	0	2	0	0	10	5	0	0	0	0	0	0	12	18	10	20	25	6	0	0	0	0	123
Seizoenindik. A 0,7																	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS					51

Bijlage C seizoenherkenningsprogramma TOELICHTING.

Z = kritieke waarde bij deze gamma en jaaraafname (zie Hst.3.6.3).

Seizoen-indikaties: #9?# = seizoen aangegeven door inkopers;

SS SS SS = aanduiding onder periode-afname dat deze afnamen groter dan z zijn (dus mogelijk seizoen).

-- = geen seizoen aangegeven door inkopers, geen seizoen herkend.

GS = wel seizoen aangegeven door inkopers, wel significante perioden, maar verhouding seizoen/jaaraafname < Btth.grens.

Deze verhouding staat vermeld achter iedere seizoen-indikatie.

B = geen seizoen aangegeven door inkopers, wel seizoen herkend.

A = wel seizoen aangegeven door inkopers, wel seizoen herkend.

Bijlage C Voorbeeld seizoenherkenning

Programma: JAAREN FOR OVERZICHT AFNAMELIJFERS MET SEIZOENINDIKATIE		Gamma=0.9999										Btth.grens=0.60										Periodelengte=2*2 wk									
PERIODENR.:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	SOM			
348 #25#	79	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	10	0	0	0	1	19			
PAKKING	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2			
Totaal	(Z= 7)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	10	0	0	1	1	21			
Seizoenindik. B 0.9																				ss	ss	ss	ss				6				
781 #14#	79	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	6	3	2	4	10	0	1	0	0	1	0	0	1	0	34			
KEERRING	80	0	1	0	1	2	2	0	0	3	2	0	2	0	1	0	1	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	20			
Totaal	(Z= 13)	0	1	2	1	2	2	2	0	2	3	2	0	8	3	3	4	11	0	1	0	4	2	0	0	1	0	54			
Seizoenindik. -- 0.3																	ss	ss									7				
791 #15#	79	20	0	13	6	0	4	3	0	0	2	4	0	2	6	0	2	4	0	0	2	4	6	0	0	0	4	82			
KEERRING	80	0	3	7	8	11	2	1	0	0	12	4	0	2	0	0	2	3	0	2	5	6	0	4	0	0	4	76			
Totaal	(Z= 26)	20	3	20	14	11	6	4	0	0	14	8	0	4	6	0	4	7	0	2	7	10	6	4	0	0	8	158			
Seizoenindik. -- 0.2				ss													ss	ss									17				
154 #14#	79	2	0	3	0	1	3	3	1	0	10	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	2	1	0	0	4	0	36			
O-RING	80	0	0	1	11	4	6	2	6	1	5	5	4	2	0	5	0	1	2	4	1	0	0	0	0	2	0	62			
Totaal	(Z= 19)	2	0	4	11	5	9	5	7	1	15	5	4	2	0	9	0	1	2	4	3	2	1	0	0	6	0	98			
Seizoenindik. -- 0.2											ss	ss															11				
184 #23#	79	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	11			
RING	80	0	8	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	15				
Totaal	(Z= 8)	8	8	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	0	0	0	26			
Seizoenindik. B 0.6		ss	ss	ss																							8				
346 #31#	79	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	5			
TANDKRANS	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	5			
Totaal	(Z= 5)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	0	0	0	10			
Seizoenindik. B 0.6																						ss	ss				3				
353 #31#	79	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	12			
SATELLIETTANDWIEL	80	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	24			
Totaal	(Z= 8)	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	3	0	0	0	36			
Seizoenindik. -- 0.4																						ss	ss				5				

Bijlage C Voorbeeld seizoenherkenning

Programma: JAAREN FOR		OVERZICHT AFNAMELIJFERS MET SEIZOENINDIKATIE																	Gamma=0,9999		Btth.grens=0,60		Periodelengte=2*2 wk					
PERIODENR.:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	SOM
354 #32# 79		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	12
PEN B4 80		9	0	0	0	3	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	21
Totaal (Z= 10)		9	0	0	0	3	0	0	3	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	3	0	0	0	33
355 #25# 79		0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6	6	6	0	0	0	30
DRUKRING B4 80		0	20	0	0	6	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	44
Totaal (Z= 16)		0	20	0	0	6	0	0	6	0	12	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	12	6	6	0	0	0	74
Seizoenindik. -- 0.3		ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	11
748 #24# 79		0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	6	6	6	0	0	0	36
NAALDLAGER B4 80		18	0	0	0	6	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	42
Totaal (Z= 16)		18	0	0	0	6	0	0	6	0	12	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	12	6	6	0	0	0	78
Seizoenindik. -- 0.2		ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	9
106 #32# 79		0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	16	10	0	0	0	0	0	0	0	51
SCHIJF 80		0	0	0	0	5	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	10	2	0	0	0	0	0	0	0	77
Totaal (Z= 23)		0	0	0	0	5	0	10	0	0	25	0	0	0	0	0	0	50	10	18	10	0	0	0	0	0	0	128
Seizoenindik. A 0.7		ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	47
225 #33# 79		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	6
SCHIJF MET MAAF 3-80		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Totaal (Z= 5)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	9
227 #31# 79		2	0	0	4	0	2	0	0	3	2	0	0	2	1	2	0	7	4	4	0	6	0	0	0	0	0	39
ROL KPL 3-80		0	0	1	4	5	1	2	0	0	0	0	4	6	0	6	0	6	0	8	0	0	1	2	0	0	0	40
Totaal (Z= 16)		2	0	1	8	5	3	2	0	3	2	0	6	7	2	6	7	4	12	0	6	1	2	0	0	0	0	79
Seizoenindik. GS 0.2		ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	8
229 #32# 79		0	0	0	8	0	0	5	0	6	0	0	0	0	0	3	5	0	11	10	0	0	1	0	0	0	0	49
DEACROL 1-80		0	0	1	10	8	12	2	0	4	0	0	5	0	0	2	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	48
Totaal (Z= 19)		0	0	1	18	8	12	7	0	10	0	0	5	0	3	7	1	11	12	0	0	2	0	0	0	0	0	97
Seizoenindik. GS 0.5		ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	ss	23

BIJLAGE D

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S

D.1 INLEIDING

Zie hoofdstuk 4.5, 4.6, 4.7 voor achtergrond van deze enquête onder 8 LMB's die ervaring hebben met automatisering.

De enquête telt 13 onderwerpen, vervat in hoofdvragen, welke behandeld worden in subvragen. De antwoorden per subvraag worden als volgt afgekort:

J : ja
N : nee
X : aanwezig
- : niet van toepassing, afwezig of geen antwoord verkregen.

D.2 BEDRIJFSGROOTTE

Vraag 1. Wat is de omvang van Uw bedrijf ? (in miljoenen guldens)

- a1. Omzet totaal LMB
a2. Omzet onderdelen

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1.	5,5	3,4(1	5,5	8,2	3,5(2	2,25	2,4	5,5	4,8
2.	1,0	1,5	0,8	1,5	3,1(2	0,6	0,5	0,1	0,73

Opm.1. Bedrijf 2: De cijfers hebben betrekking op het hele bedrijf, men onderscheidt daarin een IM tak en een industriemachines tak. Beide zijn goed voor ongeveer de helft van de omzet.

Opm.2. Bedrijf 5: werkt voornamelijk als importeur; men haalt 15% van de omzet (3,5 mln.) met een LMB functie in de streek.

De onderdelenomzet van 3,1 mln. betreft het hele bedrijf.

b. Aantal artikelen in magazijn

Hoeveel artikelen (onderdelen) heeft U in het magazijn?

1. LMB (maal 1.000)
2. Overige produkten

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S
BEDRIJFSGROOTTE

Antwoorden van de bedrijven

** 1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1. 12	12,5	7,5	8,5	17	3	4,5	2,5	7,3(1
2. -	-	-	-	-	-	3,5	0,8	1,6

Opm. 1. gemiddelde exclusief bedrijf 5

c. Voorraadwaarde

1. LMB artikelen (maal 100.000 gulden)
2. Overige produkten

Antwoorden van de bedrijven

** 1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1. 12,5	9,5	5,1	8	12,0	3,5	3	1,05	6,09
2. -	-	-	-	-	-	2,4	0,42	1,41

Opm:1. gemiddelde weer exclusief bedrijf 5.

d. Aantal leveranciers

Wat zijn de voornaamste leveranciers en wat is hun aandeel?

1. Aantal hoofdleveranciers
2. Aandeel van deze leveranciers (% van de onderdelenomzet)
3. Totaal aantal leveranciers

Antwoorden van de bedrijven

** 1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1. 7	4	5	3	10	4	18	4	6,9
2. -	83	60	60	-	60	60	90	74
3. 200	-	11	-	-	12	200	-	-

e. Aantal debiteuren

Hoeveel debiteuren heeft het bedrijf?

1. Vaste klanten met een lopende rekening
2. Totaal aantal klanten (schatting)

Antwoorden van de bedrijven

** 1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1. 550	2000	700	500	45(1	300	400	300	679
2. 1100	-	1600	-	-	600	1000	500	960

Opm.1: Bedrijf 5 heeft 45 LMBs als klant van het importbedrijf.

f. Aantal personeelsleden.

1. Boekhouding
2. Magazijn
3. Werkplaats
4. Overigen
5. TOTAAL aantal personeelsleden

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S
BEDRIJFSGROOTTE

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1.	2	2	1	2	5	1	1,5	1,5	2
2.	1	2	2	1,5	5	1,5	1	1	1,88
3.	7	9	7	12,5	30	7,5	5	4	6,9
4.	2	8	2	4	16	2	1	2	10,3
5.	12	21	12	20	56	12	8,5	10,5	19

g. Andere bedrijfstakken.

Zijn er naast het landbouwmecanisatiebedrijf nog andere bedrijfs-activiteiten ?

Hoeveel % van de omzet maken die uit ?

1. Winkel
2. Konstruktiebedrijf
3. Personenwagen dealer
4. Verkoop andere produkten
5. Andere nevenactiviteiten

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	*
1.	-	-	-	-	-	-	-	X	
2.	-	-	-	-	-	12%	-	-	
3.	-	-	-	-	-	-	76%	50%	
4.	-	(1.	(2.	-	-	(2.	-	-	
5.	-	-	-	-	85%(3	-	-	-	

Opm.1. dealer van industriemachines, 53% van de omzet.

2. dealer melkinstallaties en stalinrichting, percentage onbekend.

3. bedrijf 5 is voornamelijk importeur van trekkers en grondverzetmachines.

h. Assortimentsoverzicht.

Kunt U een assortimentsoverzicht geven (soorten, merken werktuigen) ? N.B.

Verkoopt U ook verschillende merken van 1 soort werktuig ?

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* SKORE
	J	N	J	N	J	J	J	-	5/7*J

D.3 AANLEIDING TOT AUTOMATISERING

Vraag 2a. Sinds wanneer bent U met automatisering bezig ?

Vraag 2b. Hoe is die tot stand gekomen (oriëntering, ervaringen) ?

Hieronder per bedrijf kort aangegeven hoe de automatisering tot stand gekomen is.

Bedrijf 1 : De voorraadadministratie werd in 1977 geautomatiseerd op de computer van de moedermaatschappij. Door een geforceerde invoering en onvoldoende technische verfijning was het invoeren van transakties gebruikersonvriendelijk, omslachtig en traden er fouten in de verwerking op.

Vragen en antwoorden van de enquête bij LMB's
aanleiding tot automatisering

Bovendien was het veel te duur. Sinds het bedrijf zelfstandig is wordt alleen de boekhouding op de computer van een service bureau verwerkt en houdt men de voorraadadministratie bij met een kaartsysteem. Men zoekt nu naar nieuwe methoden om deze arbeidsintensieve administratie te verbeteren en te versnellen.

Bedrijf 2 : De boekhouding was slecht georganiseerd en gaf veel problemen. De directie besloot een nieuwe medewerker met ervaring in automatisering aan te trekken. Na gedegen verkenning van de computermarkt heeft deze een systeem met softwarepakket geselecteerd, waarmee de complete bedrijfsadministratie geautomatiseerd werd. Hiermee beschikt men tevens over een management informatie systeem.

Bedrijf 3 : Om de voorraad en de openstaande posten beter in de hand te kunnen houden en sneller inzicht te krijgen in de bedrijfsresultaten besloot men een computer aan te schaffen. Na uitgebreide oriëntatie bij leveranciers en bedrijven die geautomatiseerd waren, besloot men tot de aanschaf van een eigenhandig programmeerbaar computersysteem. Daar kocht men een programmapakket bij dat ontwikkeld was door een personenwagendealer. Hoewel het veel werk gekost heeft om de programma's eigenhandig geschikt te maken voor een LMB is men uiteindelijk zeer tevreden met het systeem.

Bedrijf 4 : Hier laat men de boekhouding in service verwerken op de computer van het accountantsbureau. Men overweegt de voorraadadministratie te automatiseren in verband met het vele handwerk, maar heeft nog geen idee welke eisen er gesteld kunnen en moeten worden aan een A.V.A.S. Men is van mening dat de importeur het voortouw moet nemen in de automatisering van het voorraadbeheer bij LMB's.

Bedrijf 5 : De hoofdactiviteit van dit bedrijf is een importeurschap. Men besloot om gelijktijdig met het inrichten van een nieuw onderdelenmagazijn de voorraadgegevens te automatiseren. Voordien hield men geen deugdelijke werkplaats- of magazijnadministratie bij.

Na enige marktverkenning kwam men uit bij het servicebureau waar men momenteel via telefoonlijnen de voorraadadministratie en werkplaatsadministratie voert. Niet geschikte alternatieven waren:

1. zelf automatiseren viel af vanwege de investering, gebrek aan deskundigheid, de lange duur voor opstarten en het risico van verzanden in kinderziekten.
2. in service bij het moederbedrijf viel af omdat het daar beschikbare systeem nog niet ver genoeg ontwikkeld was.

Men is bezig de boekhouding en fakturering bij hetzelfde servicebureau onder te brengen. Het service bureau verleent assistentie bij de opbouw van bestanden, het inwerken van het personeel en de invoering van het systeem.

Bedrijf 6 : Het vertrek van een medewerker resulteerde in een onderbezetting van de afdeling administratie. Dit werd ondervangen door de boekhouding te automatiseren met behulp van een servicebureau, waarbij de mutaties via OCR-formulieren worden verwerkt (OCR = Optical Character Reading). Bij de keuze voor dit systeem had men nauw samengewerkt met een voormalig boekhouder die zich voor LMB's inzet.

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S AANLEIDING TOT AUTOMATISERING

Bedrijf 7 : Het overlijden van de boekhouder leidde tot een grote achterstand in de boekhouding. Men besloot het probleem doortastend aan te pakken en de hele administratie te automatiseren. Men heeft een aantal offertes getoetst aan een pakket van eisen, met als belangrijkste het maximum te besteden bedrag, op grond waarvan een keuze gemaakt is. De programma's zijn door een softwareburo ontwikkeld. Achteraf betreurt men dat men zich niet meer in de details van het automatiseren heeft verdiept, omdat dan vele misverstanden en ergernissen voorkomen hadden kunnen worden.

Bedrijf 8 : De boekhouding is bij een serviceburo geautomatiseerd. Sinds twee jaar wordt de onderdelenadministratie van de personenwagentak in batch-verwerking geautomatiseerd bij een ander serviceburo. Dit gebeurt in samenwerking met de importeur, waarbij de bestellingen door het serviceburo automatisch naar de importeur doorgeschikt worden. Zo kunnen de inkomende artikelen weer terug genomen worden. De ervaringen hiermee zijn zo bevredigend dat besloten is om ook de landbouwonderdelen in dit systeem onder te brengen. Alleen de doorgeschikking naar de importeur kan daar nog niet verwezenlijkt worden.

Bedrijf 9 : Dit bedrijf is niet bezocht. Het heeft later een enquête formulier gedeeltelijk ingevuld teruggezonden. Men heeft een voorraadsysteem gedeeltelijk opgebouwd met alleen de stamgegevens. Deze situatie duurt al twee jaar, maar verdere uitbouw naar een operationeel voorraadsysteem kost zoveel inspanning dat men daar steeds niet aan toekomt.

D.4 VORM VAN AUTOMATISERING

Vraag 3: Welke vorm van automatisering hebt U gekozen ?

a. Verwerkingseenheid

1. Eigen computer
2. In service batch-verwerking (m.b.v. (OCR-) formulieren)
3. In service on-line (m.b.v. telefoonlijn)
4. In service op andere wijze (bij importeur)

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	*
1.	-	X	X	-	-	-	X	-	
2. bh	-	-	-	bh	-	bh	-	bh+vr	
3.	-	-	-	-	vr+wp	-	-	-	
4. wp+vr	-	-	-	-	-	-	-	-	

Opm. bh :boekhouding,
vr :voorraadadministratie,
wp :werkplaatsadministratie.

b. Beschrijving configuratie

1. opslagcapaciteit (Mbyte)
2. intern werkgeheugen (Kbyte)
3. aantal beeldschermen

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S
VORM VAN AUTOMATISERING

4. aantal printers

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	*
1.	-(1	28	5	-(1	-	-(1	10	-(1	
2.	-	96	64	-	-	-	-	-	
3.	-	5	1	-	5	-	1	-	
4.	-	2	1	-	2	-	1	-	

Opm.1. Batch-verwerking

Opstelling van apparatuur

	directie	admin.	werkplaats	magazijn
BEELDSCHERMEN				
Bedrijf 2	2	2	-	1
Bedrijf 5	-	-	1	4
Bedrijf 3,7	-	1	-	-
PRINTERS				
Bedrijf 2	-	1	-	1
Bedrijf 5	-	-	-	2
Bedrijf 3,7	-	1	-	-

c. Zijn er uitbreidingsmogelijkheden ?

- meer VDU's (beeldschermen)
- meer intern geheugen
- meer extern geheugen (schijven, tapes, diskettes)
- telekommunikatie

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	*
1.	-(1 tot 8	tot 2	-(1	J	-(1	N	-(1		
2.	-	J	N	-	N	-	N	-	
3.	-	J	J	-	J	-	N	-	
4.	-	J	N	-	-	-	N	-	

Opm.1: Batch-verwerking.

d. Zijn er uitbreidingsplannen ?

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	*
-	N	N	-	J(1	-	N	J(2		

Opm. 1. Bedrijf 5 gaat binnenkort de boekhouding ook on-line in-service automatiseren.

- Bedrijf 8 wil, na de personenwagen onderdelen nu ook de LM onderdelen via batch-verwerking in service automatiseren.

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S
DIREKTE KOSTEN VAN AUTOMATISERING

D.5 DIREKTE KOSTEN VAN AUTOMATISERING

Vraag 4. Hoeveel kost Uw computer-systeem

- a. eigen computer
1. aanschaf (X 1.000 gulden)
 2. jaar van aanschaf
 3. onderhoudskosten (X 1.000 gulden per jaar)

Antwoorden van de bedrijven

** 1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	*
1. -	150	70	-	7(1	-	140	-	
2. -	1981	1979	-	-	-	1977	-	
3. -	14,4	6	-	-	-	3	-	

Opm. 1. Bedrijf 5 betaalt 7.000 gulden per jaar aan afschrijving van rand-apparatuur.

- b. Kosten van in service automatisering (X 1.000 gulden per jaar)
1. voorraadadministratie
 2. boekhouding

Antwoorden van de bedrijven

** 1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1. 70	-	-	-	41	-	-	-	-
2. 8	-	-	-	-	5,5	-	22	11,6

- c. Kosten van software (maal 1.000 gulden)
1. aanschaf
 2. onderhoud van de programma's en updates

Antwoorden van de bedrijven

** 1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	*
1. -	30	1(1	-	-	-	25	-	
2. -	-	-	-	-	-	11	-	

Opm.1. Er zijn vele uren van de bedrijfsleider gegaan in het ontwikkelen van programma's voor LMB's.

D.6 AANLEIDING TOT AUTOMATISEREN

Vraag 5. Wat was de belangrijkste aanleiding om te automatiseren ?
Geef bij iedere optie een waardering volgens:

1. zeer belangrijk,
2. belangrijk,
3. gaat wel,
4. van minder belang,
5. geen enkele invloed

Voor de bedrijven 4 en 6, die de voorraadadministratie niet geautomatiseerd hebben, is deze vraag veranderd in 'wat zou voor U de belangrijkste reden zijn om de automatiseren?'.
'

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S
AANLEIDING TOT AUTOMATISEREN

a. Knelpunten in het MAGAZIJN.

1. onoverzichtelijkheid magazijn
2. voorraad was niet op tijd bijgewerkt
3. magazijnmeester kon het werk niet meer aan
4. tijdsparing in opboeken, afboeken en inkopen
5. artikelen waren niet meer terug te vinden
6. geen houvast bij inkoop bestellingen
7. geen overzicht voorraadopbouw en ontwikkeling
8. te veel nee-verkoop
9. gemiddelde van de skores

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1.	4	4	5	1	1	4	-	4	3,28
2.	4	1	5	2	1	1	1	4	2,38
3.	4	4	3	2	2	1	1	4	2,63
4.	3	2	2	1	2	1	2	5	2,13
5.	4	3	5	5	1	4	2	2	3,25
6.	2	1	1	3	1	4	4	1	2,13
7.	2	1	1	2	1	5	1	2	1,88
8.	4	4	4	4	1	5	2	2	3,25
9.	3,38	2,5	3,25	2,50	1,25	3,13	1,84	3	2,96

b. Knelpunten in de BOEKHOUDING

1. fakturering
2. openstaande posten
3. salarisadministratie
4. arbeidsbesparing
5. gemiddelden

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1.	1	1	1	2	2	-	1	1	1,28
2.	3	1	1	5	2	2	1	2	2,13
3.	5	5	5	5	5	5	5	2	4,63
4.	4	1	3	5	4	1	4	5	3,38
5.	3,25	1,8	2,2	4,25	3,25	2	3	2,5	3,78

c. Knelpunten in de WERKPLAATS

1. materiaalverbruik
2. urenverantwoording
3. kostentoerekening per werkorder en per klant
4. overzichten onderhanden werk
5. gemiddelden

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1.	3	-	5	5	3	5	2	2	3,56
2.	3	-	5	5	2	5	2	5	3,86
3.	5	-	5	5	3	5	1	5	4,14
4.	5	-	5	5	3	5	5	2	4,28
5.	4	-	5	5	2,75	5	2,25	3,5	3,93

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S AANLEIDING TOT AUTOMATISEREN

d. Andere aanleidingen tot automatisering
Deze vraag werd zeer uiteenlopend en/of weinig concreet beantwoord.

D.7 VOLGORDE VAN AUTOMATISERING

Vraag 6: Welke administratieve functies zijn bij U het eerst geautomatiseerd ?

1. boekhouding
2. voorraadadministratie
3. werkplaatsadministratie
4. overige administratie

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1.	1e	1e	1e	1e	3e	1e	1e	2e	1,38
2.	2e	2e	2e	2e	1e	2e	3e	1e	1,87
3.	3e	3e	3e	-	2e	-	2e	-	2,66
4.	-	4e	-	-	-	-	-	-	4,00

Opm.: Bedrijf 2 heeft ook de verkopersrapporten en klantenverkoppen geautomatiseerd.

D.8 SYSTEEMEISEN

Vraag 7 Welke detailfuncties zijn in uw systeem wel of niet geautomatiseerd ?

Voor bedrijf 4 is deze vraag weer veranderd in 'welke functies zoudt U geautomatiseerd willen hebben ?'. Deze antwoorden zijn niet meegenomen in de berekening van de gemiddelden.

a. Voorraadadministratie

1. artikelnummering, met doorverwijzing naar nieuwe nummers.
2. type aanduiding
3. lokatiesysteem
4. ABC analyse
5. overzichten van alle ingevoerde mutaties
6. opboeken inkopen
- 7a. afboeken balieverkopen
- 7b. afboeken werkplaats verkopen
- 7c. afboeken verkopen servicemonteurs
8. afboeken via bonnen of via VDU (=beeldscherm)
9. balie bonnen of balie faktuur?
10. verzamelfakturen (a.g.v. periodieke afsluiting)
11. leveranciersgegevens per artikel
12. levertijden per leverancier of per artikel
13. registr. en overzicht van goederen in bestelling
14. gereserveerde voorraad
15. besteladviezen voor inkoop
16. automatische herberekening van bestelnivo
17. afnamevoorspelling per artikel

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S
SYSTEEMEISEN

18. berekening bestelhoeveelheid of maximale voorraad
19. backorder registratie voor afnemers
20. servicegraad berekening
21. overzicht voorraad opbouw naar ouderdom
22. inventarisatielijsten op lokatie volgorde
23. overige
24. skores

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* SKORE
1.	J	J	J	J	J	-	J	J	6/6
2.	J	J	J	J	J	-	N	J	5/6
3.	J	J	J	J	J	-	J	J	6/6
4.	N	J	J	N	J	-	N	N	3/6
5.	J	J	J	J	J	-	J	J	6/6
6.	J	J	J	J	J	-	N	J	5/6
7a.	J	J	J	J	J	-	N	J	5/6
7b.	N	J	J	J	J	-	J	J	5/6
7c.	N	J	J	J	J	-	-	-	3/4
8.	bon	VDU	bon	VDU	VDU	-	bon	bon	2/6
9.	bon	fakt	bon	bon	fakt	-	bon	bon	2/6
10.	N	J(1	J(2	N	J(3	-	J(4	N	4/6
11.	N/J	J	N	J	J	-	N	N	2/6
12.	N/N	J	N	N	N	-	N	N	1/6
13.	N/J	J	N	N	J	-	N	J	3/6
14.	N/N	J	N	N	J	-	N	N	2/6
15.	J/J	J	J	J	J	-	J	J	6/6
16.	N/J	J	N	J	J	-	N	J	3/6
17.	N/J	-	J	-	J	-	N	-	2/4
18.	N/J	J	J	J	J	-	J	J	5/6
19.	N/N	J	N	N	J	-	N	N	2/6
20.	N/J	N	N	N	J	-	N	J	2/6
21.	J/J	N	N	N	J	-	N	J	3/6
22.	J/J	J	J	J	J	-	J	J	6/6
23.	-	-	J(5	-	-	-	-	-	
24.	9/24	21/23	16/25	17/23	23/2	-	8/23	15/22	

Opm.: Bij de laatste 12 detailfuncties is bij bedrijf 1, waar de automatisering van het voorraadbeheer op een mislukking uitliep, gevraagd naar het systeem dat men had en of men een dergelijke functie zou willen hebben op een nieuw automatisch systeem.
Deze antwoorden staan resp. voor en achter de schuine streep.

- Opm.
1. twee keer per week,
 2. eens per twee weken,
 3. wekelijks,
 4. maandelijks.
 5. toelichting per artikel mogelijk.

b. BOEKHOUDING EN WERKPLAATS

1. hoe verloopt de aansluiting met de boekhouding ?
2. hoe verloopt de aansluiting met de werkplaats administratie ?

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S SYSTEEMEISEN

Antwoorden van de bedrijven

** 1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	*
1. bon	dir.	bon	-	-	-	bon	bon	
2. bon	-	-	-	-	-	bon	bon	

c. BACKUP EN RECOVERY

1. Hoe lang duurt het dumpen (veilig stellen) van bestanden ?
Kunt U, nadat er iets fout gegaan is, mutaties overdraaien ?

Antwoorden van de bedrijven

** 1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	*
1. -	(1	(2	-	-	-	(3	-	

Toel.: 1) 40 minuten per dag,
2) 10 minuten per dag,
3) 1 dag per week.

Opm.: Meestal dumpt men dagelijks het hele schijf bestand op tape of verwisselbare schijf, zodat, als er iets fout gaat de mutaties na de laatste veiligstelling weer over gedaan moeten worden. Bij in-service verwerking zorgt het serviceburo voor de back-ups.

D.9 VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN

Vraag 8. Wat waren de voorbereidende werkzaamheden voor invoering van het automatisch systeem ?

Wat is er aan gedaan en is dat genoeg gebleken, hoeveel kosten zijn in de voorbereiding gaan zitten ?

a. VOORRAAD

Hoe lang is men bezig geweest met:

1. opruimen inkoerant
2. herindelen magazijn,
3. invoeren lokatiesysteem,
4. inbrengen artikelnummers,
5. aanbrengen vaste artikelgegevens,
6. tellen voorraad,
7. inbrengen voorraad gegevens,
8. starten 'levend' systeem,
9. overige.

Antwoorden van de bedrijven

Het bleek dat men deze vraag niet zeer gedetailleerd kon beantwoorden. Daarom hieronder de globale antwoorden die we wel kregen.

Bedrijf 1: is 9 maanden bezig geweest met opbouw en voorbereiding en 9 maanden met inwerken. Op dat moment werd het automatiseringsproject gestaakt.

Bedrijf 2: De orientatie duurde 4 maanden, waarna invoering van de voorraad administratie 2 maanden in beslag nam. De invoering van de werkplaats administratie zal naar verwachting 1 maand duren.

Bedrijf 3: Het inbrengen van het voorraadbestand vanaf kaart vergde 4 weken 'doorwerken' door twee mensen. Er is naar schatting 6 maanden werk in de programmering van het software-systeem gaan zitten. Dit werd gedaan door

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S
VOORBEREIDENDE WERKZAAMHEDEN

de bedrijfsleider zelf.

Bedrijf 5: De automatisering hield gelijke tred met de verhuizing. De afzonderlijke werkzaamheden zijn moeilijk te scheiden. Voor het tellen en inbrengen van de voorraden zijn diverse uitzendkrachten bij elkaar acht mensweken bezig geweest.

Bedrijf 7: De invoering duurde zes maanden.

b. BOEKHOUDING

Hoe lang is men bezig geweest met:

1. opstellen rekeningschema,
2. inbrengen debiteuren gegevens,
3. inbrengen krediteuren gegevens,
4. overige ?
5. TOTAAL (weken)

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
5.	8	1	2	-	8	4	4	0,5	3,93

c. WERKPLAATS

Hoe lang is men bezig geweest met:

1. inbrengen en definieren werkomschrijvingen,
2. overige ?

Alleen bedrijf 7 kon aangeven dat hiermee ongeveer 3 weken werk gemoeid waren.

D.10 SOCIALE ASPEKTEN

Vraag 9 Wat zijn de sociale implicaties van automatisering ?

a. personeel

Hoe stond het personeel aanvankelijk tegenover de automatiserings plannen ?

Hierbij is een vijfpunt schaal met aflopend enthousiasme gehanteerd:

1. erg positief
2. positief
3. neutraal
4. negatief
5. erg negatief

Nummering medewerkers:

1. magazijnmeester
2. boekhouder
3. directie
4. werkplaats

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S
SOCIALE ASPEKTEN

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1.	3	-	3	-	1	-	3	2	2,4
2.	2	-	3	-	-	1	2	3	2,2
3.	1	1	1	3	2	2	1	2	1,6
4.	4	-	3	-	4	-	5	4	4,0

b. Inwerken

Welke problemen deden zich voor met het inwerken op nieuwe procedures ?
(denk aan werkbonden)

c. Gebruikersvriendelijkheid

Is het systeem voldoende gebruikersvriendelijk?
Is het voldoende begrijpelijk?

d. Bijhouden basis gegevens

Valt het up to date houden van de noodzakelijke basisgegevens mee (J) of tegen (N) ?

e. Toegankelijkheid informatie

Is het voor de magazijnmeester, c.q. klanten met het voorraadsysteem makkelijker geworden om de gewenste artikel informatie vlot op te zoeken ?
(artikelnummer, vervangend nummer, wel/geen voorraadartikel, beschikbare voorraad)

f. Opleidingsnivo

Wat acht U het benodigde opleidingsnivo voor de mensen die met dit systeem (gaan) werken? Is opleiding een faktor van betekenis?

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* SKORE
b.	(1	-	(2	-	(3	-	(4	(4	
c.	N	J	J	-	J	-	N	J	4/6
d.	N	J	J	-	J	-	N	J	4/6
e.	J	J	J	J(5	J	-	J	J	6/6
f	-	(6	(7	(7	(7	(7	(7,8	(7,8	

Opm.1. vele.

- 2: Magazijnmeester kon zich moeilijk konformereren aan de vereiste werk-discipline om het nieuwe systeem goed te laten functioneren.
- 3: Idem, discipline werkplaatspersoneel i.v.m. werkpl. administratie.
- 4: Ondeskundigheid.
- 5: Bedrijf 4 stelde dat als eis aan het systeem.
- 6: Goede begeleiding en middelbare school.
- 7: Een voorwaarde aan het systeem is dat het huidige personeel ermee kan werken.
- 8: Boekhoudkundig inzicht.

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S
BESPARINGEN

D.11 BESPARINGEN

Vraag 10. Welke besparingen zijn gerealiseerd door automatisering ?

- a. Had men VAN TE VOREN enig idee van de te bereiken besparingen ?
Zo, ja op welke punten ?
1: loonkosten-besparing door minder mensen
2: beter inkopen
3: meer arbeidsplezier
4: sneller ter beschikking komende informatie
5: betere facturering

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* SKORE
1.	J	J	N	-	N	J	N	J	4/7
2.	J	N	N	-	J	N	N	N	2/7
3.	J	N	N	-	N	J	N	N	2/7
4.	J	J	J	-	N	N	J	J	5/7
5.	J	J	N	-	N	N	J	N	3/7

b. gerealiseerde besparingen

Hier is weer dezelfde vijf punt schaal van toepassing als in vraag 4:
1 betekent zeer veel en 5 betekent totaal niet.

VOORRAADSYSTEEM

1. minder spoedorders (hoeveel?)
2. meer korting (hoeveel?)
3. minder nee-verkoop (hoeveel?)
4. voorraad reductie (hoeveel minder in voorraad?)
5. minder fouten in voorraadnotering
6. minder fouten in rekeningen
7. minder mankracht nodig
8. gemiddelden

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1.	4	-	5	-	1	-	2	20%	2,50
2.	4	-	5	-	4	-	2	5	3,16
3.	4	-	3	-	20%	-	2	20%	2,50
4.	3	30%	2	-	1	-	30%	40%	1,42
5.	5	-	2	-	1	-	2	-	2,20
6.	5	1	2	-	1	-	1	-	2,33
7.	5	1	2	-	5	-	5	-	3,30
8.	4,28	1	2,14	-	2,0	-	2,14	2	

Opm. Daar waar een percentage vermeld staat is dit als 1 op de waarderings-schaal (zeer veel) meegeteld.

FINANCIELE ADMINISTRATIE

1. sneller inkasseren debiteuren (hoeveel sneller in dagen?)
2. vollediger inkasseren debiteuren
3. minder handwerk

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S
BESPARINGEN

4. uitzenden van rentenota's

5. gemiddelde

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1.	-	4	28dg	-	21dg	4	45dg	5	2,33
2.	-	-	5	-	5	5	5	-	5,0
3.	-	1	2	-	-	2	1	-	1,5
4.	-	1	1	-	-	3	-	5	2,5
5.	-	1,0	2,0	-	3,0	3,5	2,33	5,0	

Opmerking: dg = dagen

WERKPLAATS

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	*
1.	-	-	-	-	1	-	-	-	

c. Management informatie.

1. Kunt U met dit automatisch systeem een groei aan met hetzelfde aantal mensen?
2. Welke rol speelt de ter beschikking komende management informatie (snel inzicht in grote lijnen en ontwikkelingen)?

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
1.	5	1	3	-	2	-	4	2	2,84
2.	1	1	1	-	1	2	1	2	1,2

D.12 INKOERANTE VOORRAAD

Vraag 11: Lost automatisering het probleem van koerante voorraad op ?

- a. Hoeveel is er opgeruimd bij inventarisatie / sanering ?
- b. Hoeveel inkoerant ligt er nu ? (Indien niet exakt bekend dan schatting)
 - b1. van totaal verouderde types ?
 - b2. meer dan een jaar niet verkocht ?

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
a.	0	0	2%	-	-	20%	-	10%	
b1.	-	-	-	-	-	-	-	15%	
b2.	-	-	36,1%		5%	50%	-	50%	36%

Vragen en antwoorden van de enquête bij LMB's
AUTOMATISCH GEGEVENSTRANSPORT

D.13 AUTOMATISCH GEGEVENSTRANSPORT

Vraag 12: Is automatische gegevens uitwisseling voor U van nut ?

a. Hoeveel van Uw leveranciers zijn zelf geautomatiseerd (%) ?

Antwoorden van de bedrijven

** 1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* GEM.
70	30	60	35	95	30	75	80	59

b. Acht U het, afgezien van de technische aspecten, organisatorisch en/of software-technisch, haalbaar en wenselijk:

1. doorgeven van nieuwe prijzen voor BESTAANDE ARTIKELEN van de leverancier-computer naar de computer van de dealer ?
2. idem, doorgeven NIEUWE ARTIKELEN met prijs en omschrijving
3. doorgeven van inkoopbestelling van dealer-computer naar leveranciers-computer.
4. idem, doorgeven van lijst met voorraad van overtollige, inkoerante, of zelfs koerante artikelen naar leverancier of naar een centrale instantie, die gegevens over alle inkoerante voorraden verspreidt met het doel om kollegadealers waar mogelijk van elkaars inkoerant gebruik te maken.
5. ziet U het nut of rendement ervan in?

Antwoorden van de bedrijven

** 1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* SKORE
1. J	N	J	J	J	J	N	J	7/8
2. J	N	J	N	J	-	N	J	4/7
3. -	J	J	J	N	J	N	J	5/7
4. J	N	J	J	N	J	N	J	5/8
5. J	N	J	J	J	J	J	J	7/8

Volgens twee bedrijven bestaat de gewoonte om, als men bij elkaar inkoerante artikelen koopt, men een korting van 15% op de brutoprijs rekent. Een bedrijf noemde een universele artikel-kodering gewenst als voorwaarde voor vlotte uitwisseling van al of niet inkoerante onderdelen.

D.14 PREVENTIEF ONDERHOUD

Vraag 13: Is preventief onderhoud gunstig voor de onderdelen voorziening ?

a. Verricht en/of stimuleert U preventief onderhoud buiten het seizoen van werktuigen en/of trekkers ?

- 13b. Werkt U met onderhoudskontrakten ?
- 13c. Bereikt U hiermee een verschuiving van de seizoenspiek in onderdelenafname naar de rustiger periode ?
- 13d. Levert periodiek onderhoud zichtbaar resultaat ten aanzien van storingen in het seizoen ?
- 13e. Ziet U veranderingen in onderhouds en reparatiegedrag bij landbouwers, zo ja hoe ? (1.=meer zelf doen, 2.=meer/minder onderhoud in het algemeen)
- 13f. Ziet U een ontwikkeling van bepaalde technische veranderingen die de

VRAGEN EN ANTWOORDEN VAN DE ENQUETE BIJ LMB'S
PREVENTIEF ONDERHOUD

onderhoudbaarheid beïnvloeden ? (3.=snel verwisselbare componenten,
4.=meer/minder standaardcomponenten)

Antwoorden van de bedrijven

**	1	* 2	* 3	* 4	* 5	* 6	* 7	* 8	* SKORE
a.	N	N	N	J	N	J	J	J	4/8
b.	N	N	N	J	N	J	J	J	4/8
c.	-	-	-	J	-	-	N	J	2/3
d.	J	-	N	J	N	J	J	J	5/7
e.	1,3	1	1	1	1	1,4	1	1	
f.	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	

BIJLAGE E

ABC ANALYSE ONDERDELENVOORRAAD VAN LMB-3

E.1 PRINCIPE ABC ANALYSE

Bij een ABC analyse wordt de magazijnvoorraad in drie klassen verdeeld: A, B en C, met het oogmerk in iedere klasse een eigen beheersregiem toe te passen. Dit heeft als doel de beperkte beschikbare aandacht efficiënt te verdelen over het artikelpakket om een optimaal commercieel resultaat te behalen. De indeling vindt als volgt plaats:

1. Klasse A bevat de 10 a 20 % van de voorraadartikelen die 70 a 80 % van de omzet omvatten, de snellopers. Voor deze artikelen loont het om scherp in te kopen, omdat iedere marge-vergroting direkt merkbaar effect op de winst heeft. Omdat de vraag met grote betrouwbaarheid uit de historische vraagcijfers voorspeld kan worden, kan het voorraadnivo goed beheerst worden.
Klasse A artikelen moeten goed worden geadministreerd, vaak worden geïnteriseerd en verdienen het beste magazijnpersoneel (Baily, [1970]).
2. Klasse B bevat de 20 a 30 % van de artikelen die 20 a 30 % van de omzet bepalen. Deze groep behoeft minder aandacht, minder gedetailleerde administratie, minder vaak inventarisatie etc.
3. Klasse C bevat de overige artikelen, de langzaamlopers. Voor commerciële produkten heeft een nauwkeurige, gedetailleerde administratie in deze klasse weinig nut en inventariseren evenmin. Om deze weinig rendabele groep binnen de perken te houden is het nodig op gezette tijden, bijvoorbeeld eens per jaar, te checken welke artikelen weg kunnen. Een meer structurele oplossing voor deze groep is standaardisatie en vergroting van de (technische) uitwisselbaarheid (Baily, [1970]).

E.2 KARAKTERISERING VAN BEDRIJF C.

Bedrijf C is met een omzet van Fl 5,5 mln en 12 werknemers een middelgrote LMB. Men verkoopt naast trekkers en landbouwwerktuigen ook mestafvoer- en veevoedersystemen en stalrichting. De landbouw in de streek bestaat voor 70 % uit veeteelt en 30 % uit akkerbouw.

Al vanaf 1950 heeft men nauwkeurig een dubbele voorraadadministratie bijgehouden met behulp van voorraad- en stellingkaarten. De voorraadkaarten worden als de magazijnmeester tijd heeft direkt bijgewerkt en anders gebeurt

ABC ANALYSE ONDERDELENVOORRAAD VAN LMB-3 KARAKTERISERING VAN BEDRIJF C.

het later aan de hand van de werkorders.

De bedrijfsleider noemde het magazijn het hart van het bedrijf, maar stond tegelijkertijd kritisch tegenover het inkoopbeleid van magazijnmeesters die de neiging hebben 'voor de zekerheid' artikelen te bestellen. Als voordeel van een automatisch systeem noemt hij

1. de magazijnmeester heeft meer houvast heeft bij de inkoopbeslissing;
2. de magazijnmeester moet een goede reden hebben om van het besteladvies af te wijken;
3. management informatie komt sneller en meer uitgebreid beschikbaar.

E.3 DE ANALYSE

De eigenaar/bedrijfsleider van bedrijf 3 kan zijn computer zelf programmeren en was bereid zijn bestanden ter beschikking te stellen voor een ABC analyse. Op aanwijzing van de onderzoeker maakte hij een computerprogramma waarmee een lijst geproduceerd werd van alle voorraadartikelen, gesorteerd naar oplopende OMZETWAARDE. Dit is de bruto verkoopprijs maal het aantal verkocht in het afgelopen jaar. Verder was op de lijst per artikel aangegeven:

1. kumulatieve omzetwaarde, gesommeerd over de voorgaande artikelen;
2. volgnummer;
3. brutoprijs;
4. het aantal in voorraad op het moment van analyse;
5. de voorraadwaarde;
6. de kumulatieve voorraadwaarde, gesommeerd over de voorgaande artikelen.

Een OMZETDECIEL is een groep artikelen die samen 10 % van de totale omzet halen, nadat alle artikelen in volgorde van opklimmende omzetwaarde gesorteerd zijn.

Bij de nabewerking zijn alle artikelen ingedeeld in 11 omzetklassen, 10 decielen plus de groep waarin geen omzet is geweest.

Om de gemiddelde prijs van de artikelen in een deciel te bepalen is binnen elke klasse een steekproef genomen.

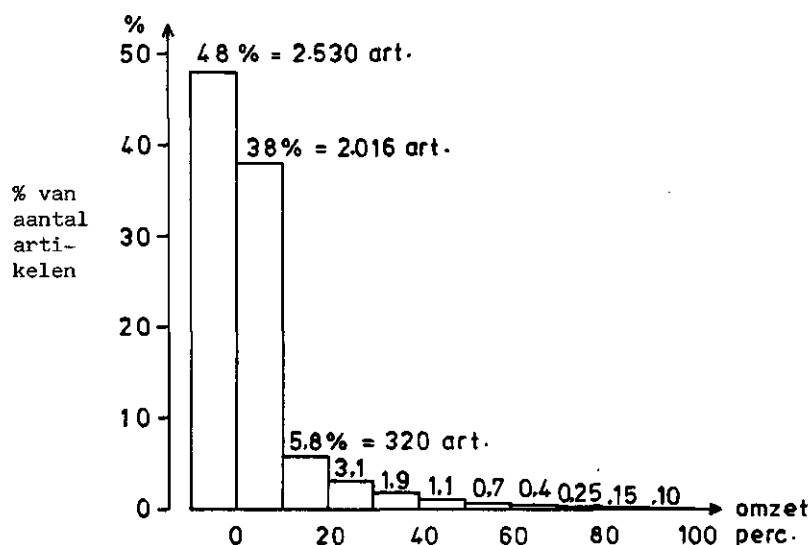
De PERIODE waarover de analyse betrekking heeft beslaat twee jaar: van 1-11-80 tot en met 12-10-82. Voordeel hiervan is dat bepaalde effecten uit 1 jaar afgevlakt worden, nadeel is dat de klassegrenzen een iets andere waarde hebben dan wanneer uitgegaan wordt van de omzet van 1 jaar.

E.4 DE RESULTATEN

E.4.1 Aantal Artikelen Per Omzetdeciël

In figuur E.1 is te zien dat bijna de helft (48 %) van het aantal artikelen de laatste twee jaar geen afzet heeft gehad (0-omzet). Aan de andere kant van het spektrum zien we dat de 5 % snellopende delen ruim 70 % van de omzet bepalen (de som van de laatste 7 klassen is net iets meer dan 5 %). Daartussenin zit een groep artikelen (47 %) die 30 % van de omzet maken.

ABC ANALYSE ONDERDELENVOORRAAD VAN LMB-3 DE RESULTATEN



Figuur E.1. Aantal artikelen per omzet-deciël. Totaal aantal voorraad-artikelen: 5.246=100 %

Figure E.1. Number of articles in every 10th sales-percentile.

De bekende 20-80 %-regel waar de ABC-analyse op gebaseerd is, blijkt hier extremer te liggen: 13,5 % van de artikelen maakt 80 % van de omzet.

E.4.2 Prijs En Afname Per Omzetklasse

Figuur E.2 geeft antwoord op de vraag of artikelen met een hoge omzetwaarde ook duurder zijn. De gemiddelde prijs van een artikel in voorraad is Fl 45,15. De enige omzetgroepen die daaronder blijven zijn de twee laagste omzetklassen (waar de meeste artikelen in zitten). De gemiddelde prijs neemt steeds toe in ieder volgend omzetdeciël, behalve in de laatste klasse, waar de gemiddelde prijs beneden die van de voorgaande klasse ligt (resp Fl 323,- en Fl 389,-).

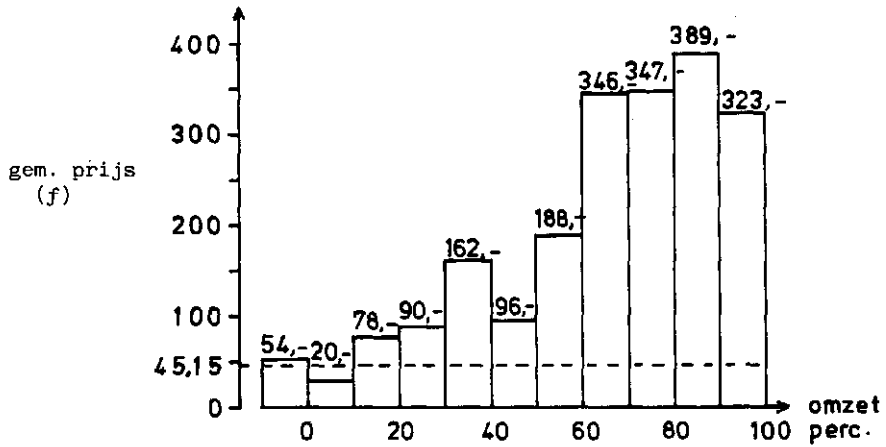
Konklusie hieruit is dat de hogere omzetwaarde per deciël voor een groot deel veroorzaakt wordt door hogere prijzen, maar dat de verkoopaantallen vooral in het laatste deciël sterk medebepalend zijn.

Dit effect is weergegeven in figuur E.3. Hier zien we dat de afname van de hoogste omzetklasse ruim vijf keer zo groot is als die van de voorlaatste klasse. Deze figuur laat ook zien dat er gemiddeld van een artikel 9,2 stuks per twee jaar worden afgezet.

E.4.3 Voorraadhoogte

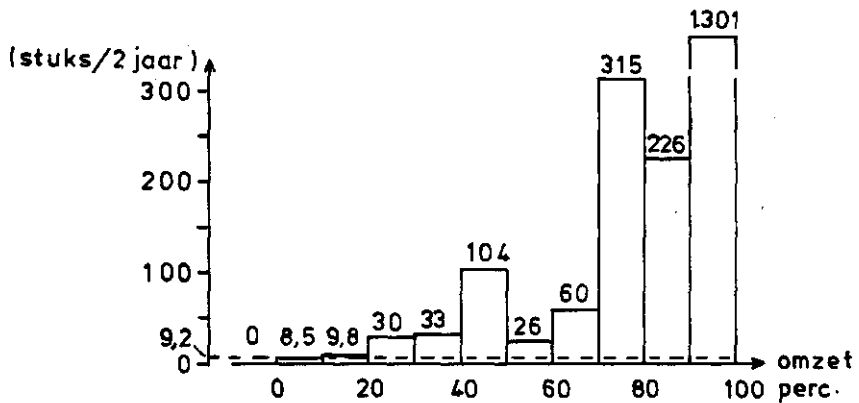
Figuur E.4 toont de gemiddelde voorraadhoogte per omzetdeciël. Vergelijking van E.3 met E.4 toont dat de voorraadhoogte gelijk op gaat met de afname.

ABC ANALYSE ONDERDELENVOORRAAD VAN LMB-3
DE RESULTATEN



Figuur E.2. Gemiddelde prijs per omzet-deciël (Bruto v.p.)

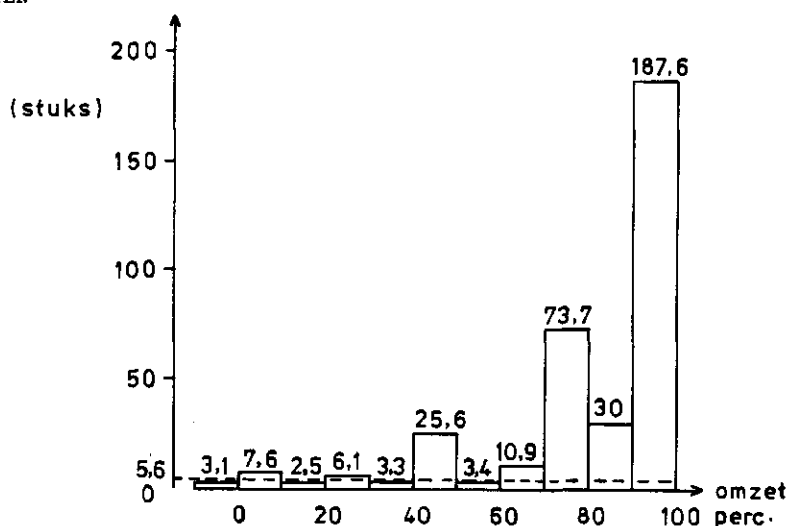
Figure E.2. Average sales-price in every 10th sales-percentile.



Figuur E.3. Verkoop-aantallen per omzet-deciël.

Figure E.3. Number of items sold in every 10th sales-percentile.

ABC ANALYSE ONDERDELENVOORRAAD VAN LMB-3
DE RESULTATEN



Figuur E.4. Gemiddelde voorraad-hoogte per omzet-deciël.

Figure E.4. Average stock in every 10th sales-percentile.

Dat leidt tot de veronderstelling dat het bestelmodel van Bedrijf 3 naar een gemiddeld voorraadnivo stuurt dat evenredig is met de afname; aangenomen dat er evenveel artikelen onder als boven hun gemiddelde voorraadhoogte zijn op het moment van de analyse, wat gezien het tijdstip van het jaar (niet vlak voor het seizoen wanneer er extra is ingekocht) gerechtvaardigd lijkt.

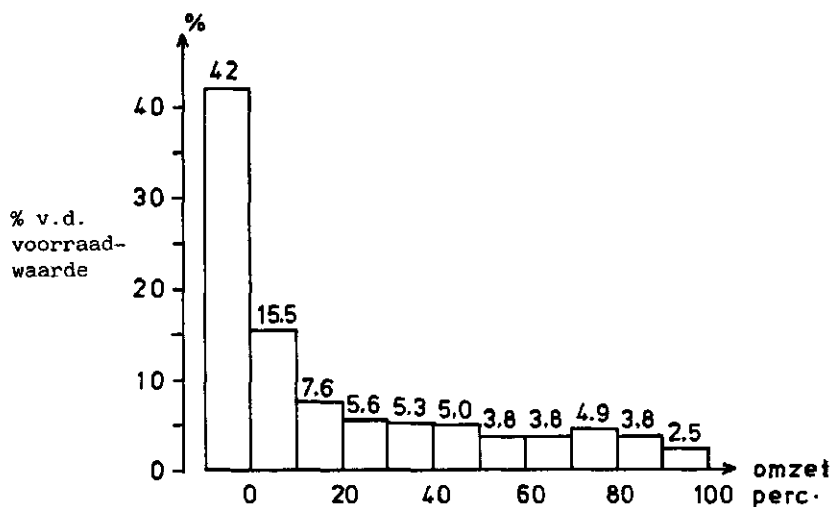
E.4.4 Verhouding voorraad en omzet, Lorenzkurve

In E.5 is te zien dat 42 % van de voorraadwaarde stil ligt. Vergelijking van figuur E.1 en E.5. toont dat de verdeling van de voorraadwaarde per omzet-deciël minder scheef blijkt te zijn dan de verdeling van het aantal artikelen per omzetdeciël.

De LORENZKURVE (figuur E.6) laat de verhouding zien tussen percentage van de voorraadwaarde (lijn met kruisjes) en het percentage van de artikelen (doorgetrokken lijn) per omzetdeciël. In het theoretisch ideale geval hebben alle artikelen gelijke omzetwaarde en loopt de tweede kurve diagonaal van linksonder naar rechtsboven.

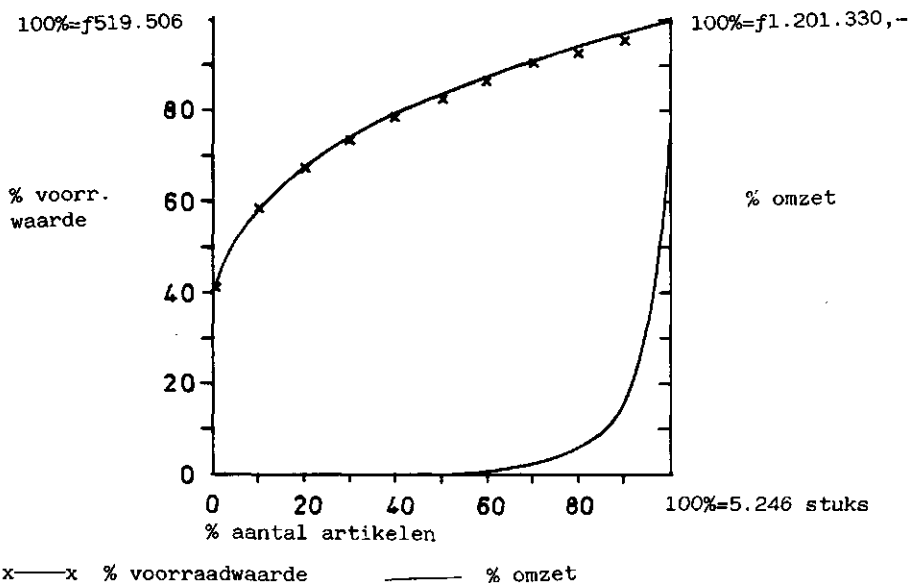
De VOORRAADTURNOVER als het quotient van de omzet per jaar en de gemiddelde voorraadwaarde is een maat voor de effectieve benutting van de voorraad. Zie figuur E.7. Als de dode voorraad (0-omzet) wordt meegeteld is de voorraadturnover 2,3. De bepaling van deze voorraadturnover is gedaan op basis van steekproeven van ongeveer 60 artikelen per omzetdeciël. Zie tabel E.1

ABC ANALYSE ONDERDELENVOORRAAD VAN LMB-3
DE RESULTATEN



Figuur E.5. Percentage van de totale voorraadwaarde (br.v.p.) per omzet-deciël. Totale voorraadwaarde=f 519.506

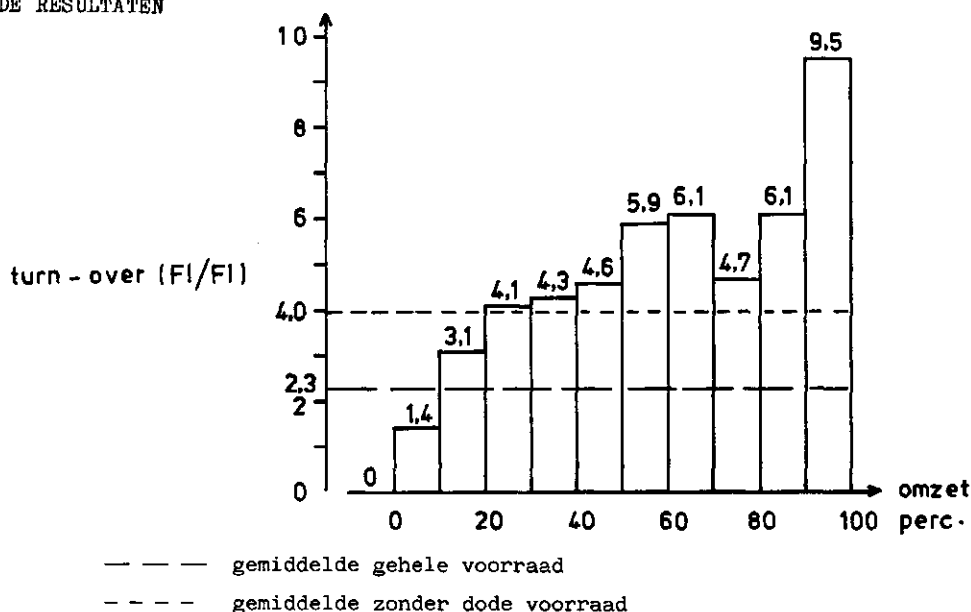
Figure E.5. Percentage of total stock-value in every 10th sales-perc.



Figuur E.6. Lorenzkromme: % voorraadwaarde, resp. % omzet tegen % van aantal artikelen.

Figure E.6. Lorenz-curve: % stock-value, resp. % sales against % of number of stock-items.

ABC ANALYSE ONDERDELENVOORRAAD VAN LMB-3
DE RESULTATEN



Figuur E.7. Voorraad-turnover per omzet-deciël.

Figure E.7. Inventory-turnover in every 10th sales-percentile.

OMZET- KLASSE (%)	OMVANG (STUKS)	STEEKPROEF		GEWICHT	PRIJS	
		(%)	(ST)		GEM.	SPR.
0	2.530	8	200	12,5	54,73	150,34
0- 10	2.016	5	100	20	19,95	35,00
10- 20	302	12,3	37	8	78,61	79,95
20- 30	160	12,3	20	8	89,85	79,39
30- 40	95	20	19	5	161,65	257,32
40- 50	60	40	24	2,5	96,03	107,98
50- 60	37	19	7	5	187,95	157,59
60- 70	22	100	22	1	346,60	345,67
70- 80	12	100	12	1	346,45	491,13
80- 90	8	100	8	1	388,77	437,61
90-100	5	100	5	1	323,00	309,18

Tabel E.1. Overzicht van de steekproeven ter bepaling van de gemiddelde artikelprijs per omzetdeciël.

Table E.1. Survey of samples for determination of average article-price per sales-group.

GROOTTE het aantal artikelen in de omzetklasse.
 STEEKPROEF (%) grootte van de steekproef t.o.v. de hele klasse.
 STEEKPROEF (ST) aantal artikelen in de steekproef.
 GEWICHT gewicht van iedere trekking, komt overeen met trekking om de -n- artikelen.
 PRIJS (gem) gemiddelde prijs (trekkingen)
 (spr) spreiding in de getrokken waarden

Estimated replacement turn-over factor (RTF)
(Frequency of replacement of a component during
tractors effective life period)

As estimated for India

S/No.	Item	RTF	S/No.	Item	RTF
1	Pistons	2	25	Generator	1
2	Piston pins	2	26	Voltage regulator	4
3	Piston rings	4	27	Steering wheel	1/100
4	Gaskets	10	28	Steering gear	1
5	Inlet and exhaust valve	4	29	Tie rod end	3
6	Valve guides	2	30	Drag link	3
7	Valve spring	1	31	King pins	2
8	Valve tappets	1	32	Wheels	1/100
9	Push rods	1	33	Clutch assembly	2
10	Timing chain	4	34	Clutch plate	2
11	Fuel injection pump	1/20	35	Clutch lining	4
12	Fuel injection pump nozzle	6	36	Gear	1
13	Fuel injection pump nozzle holder	1/20	37	Crown wheel and pinion	1
14	Fuel injection pump elements	4	38	Rear axle shaft	1
15	Fuel injection pump delivery valve	4	39	Oil seals	4
16	Filter	1/100	40	Brake lining	6
17	Filter elements	16	41	Brake drum	1/20
18	Fly wheel ring gear	1	42	Hubs	1/100
19	Water pump	1	43	Electric horn	1/100
20	Water pump repair kit	4	44	Head lamp	1/10
21	Radiator and core	1	45	Control cable	2
22	Silencer muffler	3	46	Panel instruments	1/10
23	Thin wall bearings	3	47	Battery	4
24	Starter motor	1	48	Tyres	4

Bijlage F. Voorbeeld Replacement turnover (RTF).

(naar H.A.M. Korst [1973])

LEVERANCIER - 1		OVERZICHT GEREALISEERDE LEVERTIJDEN										ST LEVT 12 W.		GEM.AFW. 0,0 W.		PERCENTAGE DER LEVERINGEN IN HUIS										PERCENTAGEGRENZEN LEVERTIJD-IN-HUIS		10 (20 (80 (90 (
KODE SPOED- INKOOP	GETELDE LEVE- RINGEN	LEVERTYD-VANAF-BESTELDAT IN HUIS		OPGEBODT		SPR/ GEM.		WORT- GEM.		6 WK		12 WK		18 WK		24 WK		36 WK		LATER		6 WK		8 WK		10 WK		12 WK		14 WK		16 WK		18 WK		20 WK		22 WK		24 WK		26 WK		28 WK		30 WK		32 WK		34 WK		36 WK		38 WK		40 WK		42 WK		44 WK		46 WK		48 WK		50 WK		52 WK		54 WK		56 WK		58 WK		60 WK		62 WK		64 WK		66 WK		68 WK		70 WK		72 WK		74 WK		76 WK		78 WK		80 WK		82 WK		84 WK		86 WK		88 WK		90 WK		92 WK		94 WK		96 WK		98 WK		100 WK		102 WK		104 WK		106 WK		108 WK		110 WK		112 WK		114 WK		116 WK		118 WK		120 WK		122 WK		124 WK		126 WK		128 WK		130 WK		132 WK		134 WK		136 WK		138 WK		140 WK		142 WK		144 WK		146 WK		148 WK		150 WK		152 WK		154 WK		156 WK		158 WK		160 WK		162 WK		164 WK		166 WK		168 WK		170 WK		172 WK		174 WK		176 WK		178 WK		180 WK		182 WK		184 WK		186 WK		188 WK		190 WK		192 WK		194 WK		196 WK		198 WK		200 WK		202 WK		204 WK		206 WK		208 WK		210 WK		212 WK		214 WK		216 WK		218 WK		220 WK		222 WK		224 WK		226 WK		228 WK		230 WK		232 WK		234 WK		236 WK		238 WK		240 WK		242 WK		244 WK		246 WK		248 WK		250 WK		252 WK		254 WK		256 WK		258 WK		260 WK		262 WK		264 WK		266 WK		268 WK		270 WK		272 WK		274 WK		276 WK		278 WK		280 WK		282 WK		284 WK		286 WK		288 WK		290 WK		292 WK		294 WK		296 WK		298 WK		300 WK		302 WK		304 WK		306 WK		308 WK		310 WK		312 WK		314 WK		316 WK		318 WK		320 WK		322 WK		324 WK		326 WK		328 WK		330 WK		332 WK		334 WK		336 WK		338 WK		340 WK		342 WK		344 WK		346 WK		348 WK		350 WK		352 WK		354 WK		356 WK		358 WK		360 WK		362 WK		364 WK		366 WK		368 WK		370 WK		372 WK		374 WK		376 WK		378 WK		380 WK		382 WK		384 WK		386 WK		388 WK		390 WK		392 WK		394 WK		396 WK		398 WK		400 WK		402 WK		404 WK		406 WK		408 WK		410 WK		412 WK		414 WK		416 WK		418 WK		420 WK		422 WK		424 WK		426 WK		428 WK		430 WK		432 WK		434 WK		436 WK		438 WK		440 WK		442 WK		444 WK		446 WK		448 WK		450 WK		452 WK		454 WK		456 WK		458 WK		460 WK		462 WK		464 WK		466 WK		468 WK		470 WK		472 WK		474 WK		476 WK		478 WK		480 WK		482 WK		484 WK		486 WK		488 WK		490 WK		492 WK		494 WK		496 WK		498 WK		500 WK		502 WK		504 WK		506 WK		508 WK		510 WK		512 WK		514 WK		516 WK		518 WK		520 WK		522 WK		524 WK		526 WK		528 WK		530 WK		532 WK		534 WK		536 WK		538 WK		540 WK		542 WK		544 WK		546 WK		548 WK		550 WK		552 WK		554 WK		556 WK		558 WK		560 WK		562 WK		564 WK		566 WK		568 WK		570 WK		572 WK		574 WK		576 WK		578 WK		580 WK		582 WK		584 WK		586 WK		588 WK		590 WK		592 WK		594 WK		596 WK		598 WK		600 WK		602 WK		604 WK		606 WK		608 WK		610 WK		612 WK		614 WK		616 WK		618 WK		620 WK		622 WK		624 WK		626 WK		628 WK		630 WK		632 WK		634 WK		636 WK		638 WK		640 WK		642 WK		644 WK		646 WK		648 WK		650 WK		652 WK		654 WK		656 WK		658 WK		660 WK		662 WK		664 WK		666 WK		668 WK		670 WK		672 WK		674 WK		676 WK		678 WK		680 WK		682 WK		684 WK		686 WK		688 WK		690 WK		692 WK		694 WK		696 WK		698 WK		700 WK		702 WK		704 WK		706 WK		708 WK		710 WK		712 WK		714 WK		716 WK		718 WK		720 WK		722 WK		724 WK		726 WK		728 WK		730 WK		732 WK		734 WK		736 WK		738 WK		740 WK		742 WK		744 WK		746 WK		748 WK		750 WK		752 WK		754 WK		756 WK		758 WK		760 WK		762 WK		764 WK		766 WK		768 WK		770 WK		772 WK		774 WK		776 WK		778 WK		780 WK		782 WK		784 WK		786 WK		788 WK		790 WK		792 WK		794 WK		796 WK		798 WK		800 WK		802 WK		804 WK		806 WK		808 WK		810 WK		812 WK		814 WK		816 WK		818 WK		820 WK		822 WK		824 WK		826 WK		828 WK		830 WK		832 WK		834 WK		836 WK		838 WK		840 WK		842 WK		844 WK		846 WK		848 WK		850 WK		852 WK		854 WK		856 WK		858 WK		860 WK		862 WK		864 WK		866 WK		868 WK		870 WK		872 WK		874 WK		876 WK		878 WK		880 WK		882 WK		884 WK		886 WK		888 WK		890 WK		892 WK		894 WK		896 WK		898 WK		900 WK		902 WK		904 WK		906 WK		908 WK		910 WK		912 WK		914 WK		916 WK		918 WK		920 WK		922 WK		924 WK		926 WK		928 WK		930 WK		932 WK		934 WK		936 WK		938 WK		940 WK		942 WK		944 WK		946 WK		948 WK		950 WK		952 WK		954 WK		956 WK		958 WK		960 WK		962 WK		964 WK		966 WK		968 WK		970 WK		972 WK		974 WK		976 WK		978 WK		980 WK		982 WK		984 WK		986 WK		988 WK		990 WK		992 WK		994 WK		996 WK		998 WK		1000 WK		1002 WK		1004 WK		1006 WK		1008 WK		1010 WK		1012 WK		1014 WK		1016 WK		1018 WK		1020 WK		1022 WK		1024 WK		1026 WK		1028 WK		1030 WK		1032 WK		1034 WK		1036 WK		1038 WK		1040 WK		1042 WK		1044 WK		1046 WK		1048 WK		1050 WK		1052 WK		1054 WK		1056 WK		1058 WK		1060 WK		1062 WK		1064 WK		1066 WK		1068 WK		1070 WK		1072 WK		1074 WK		1076 WK		1078 WK		1080 WK		1082 WK		1084 WK		1086 WK		1088 WK		1090 WK		1092 WK		1094 WK		1096 WK		1098 WK		1100 WK		1102 WK		1104 WK		1106 WK		1108 WK		1110 WK		1112 WK		1114 WK		1116 WK		1118 WK		1120 WK		1122 WK		1124 WK		1126 WK		1128 WK		1130 WK		1132 WK		1134 WK		1136 WK		1138 WK		1140 WK		1142 WK		1144 WK		1146 WK		1148 WK		1150 WK		1152 WK		1154 WK		1156 WK		1158 WK		1160 WK		1162 WK		1164 WK		1166 WK		1168 WK		1170 WK		1172 WK		1174 WK		1176 WK		1178 WK		1180 WK		1182 WK		1184 WK		1186 WK		1188 WK		1190 WK		1192 WK		1194 WK		1196 WK		1198 WK		1200 WK		1202 WK		1204 WK		1206 WK		1208 WK		1210 WK		1212 WK		1214 WK		1216 WK		1218 WK		1220 WK		1222 WK		1224 WK		1226 WK		1228 WK		1230 WK		1232 WK		1234 WK		1236 WK		1238 WK		1240 WK		1242 WK		1244 WK		1246 WK		1248 WK		1250 WK		1252 WK		1254 WK		1256 WK		1258 WK		1260 WK		1262 WK		1264 WK		1266 WK		1268 WK		1270 WK		1272 WK		1274 WK		1276 WK		1278 WK		1280 WK		1282 WK		1284 WK		1286 WK		1288 WK		1290 WK		1292 WK		1294 WK		1296 WK		1298 WK		1300 WK		1302 WK		1304 WK		1306 WK		1308 WK		1310 WK		1312 WK		1314 WK		1316 WK		1318 WK		1320 WK		1322 WK		1324 WK		1326 WK		1328 WK		1330 WK		1332 WK		1334 WK		1336 WK		1338 WK		1340 WK		1342 WK		1344 WK		1346 WK		1348 WK		1350 WK		1352 WK		1354 WK		1356 WK		1358 WK		1360 WK		1362 WK		1364 WK		1366 WK		1368 WK		1370 WK		1372 WK		1374 WK		1376 WK		1378 WK		1380 WK		1382 WK		1384 WK		1386 WK		1388 WK		1390 WK		1392 WK		1394 WK		1396 WK		1398 WK		1400 WK		1402 WK		1404 WK		1406 WK		1408 WK		1410 WK		1412 WK		1414 WK		1416 WK		1418 WK		1420 WK		1422 WK		1424 WK		1426 WK		1428 WK		1430 WK		1432 WK		1434 WK		1436 WK		1438 WK		1440 WK		1442 WK		1444 WK		1446 WK		1448 WK		1450 WK		1452 WK		1454 WK		1456 WK		1458 WK		1460 WK		1462 WK		1464 WK		1466 WK		1468 WK		1470 WK		1472 WK		1474 WK		1476 WK		1478 WK		1480 WK		1482 WK		1484 WK		1486 WK		1488 WK		1490 WK		1492 WK		1494 WK		1496 WK		1498 WK		1500 WK		1502 WK		1504 WK		1506 WK		1508 WK		1510 WK		1512 WK		1514 WK		1516 WK		1518 WK		1520 WK		1522 WK		1524 WK		1526 WK		1528 WK		1530 WK		1532 WK		1534 WK		1536 WK		1538 WK		1540 WK		1542 WK		1544 WK		1546 WK		1548 WK		1550 WK		1552 WK		1554 WK		1556 WK		1558 WK		1560 WK		1562 WK		1564 WK		1566 WK		1568 WK		1570 WK		1572 WK		1574 WK		1576 WK		1578 WK		1580 WK		1582 WK		1584 WK		1586 WK		1588 WK		1590 WK		1592 WK		1594 WK		1596 WK		1598 WK		1600 WK		1602 WK		1604 WK		1606 WK		1608 WK		1610 WK		1612 WK		1614 WK		1616 WK		1618 WK		1620 WK		1622 WK		1624 WK		1626 WK		1628 WK		1630 WK		1632 WK		1634 WK		1636 WK		1638 WK		1640 WK		1642 WK		1644 WK		1646 WK		1648 WK		1650 WK		1652 WK		1654 WK		1656 WK		1658 WK		1660 WK		1662 WK		1664 WK		1666 WK		1668 WK		1670 WK		1672 WK		1674 WK		1676 WK		1678 WK		1680 WK		1682 WK		1684 WK		1686 WK		1688 WK		1690 WK		1692 WK		1694 WK		1696 WK		1698 WK		1700 WK		1702 WK		1704 WK		1706 WK		1708 WK		1710 WK		1712 WK		1714 WK		1716 WK		1718 WK		1720 WK		1722 WK		1724 WK		1726 WK		1728 WK		1730 WK		1732 WK		1734 WK		1736 WK		1738 WK		1740 WK		1742 WK		1744 WK		1746 WK		1748 WK		1750 WK		1752 WK		1754 WK		1756 WK		1758 WK		1760 WK		1762 WK		1764 WK		1766 WK		1768 WK		1770 WK		1772 WK		1774 WK		1776 WK		1778 WK		1780 WK		1782 WK		1784 WK		1786 WK		1788 WK		1790 WK		1792 WK		1794 WK		1796 WK		1798 WK		1800 WK		1802 WK		1804 WK		1806 WK		1808 WK		1810 WK		1812 WK		1814 WK		1816 WK		1818 WK		1820 WK		1822 WK		1824 WK		1826 WK		1828 WK		1830 WK		1832 WK		1834 WK		1836 WK		1838 WK		1840 WK		1842 WK		1844 WK		1846 WK		1848 WK		1850 WK		1852 WK		1854 WK		1856 WK		1858 WK		1860 WK		1862 WK		1864 WK		1866 WK		1868 WK		1870 WK		1872 WK		1874 WK		1876 WK		1878 WK		1880 WK		1882 WK		1884 WK		1886 WK		1888 WK		1890 WK		1892 WK		1894 WK		1896 WK		1898 WK		1900 WK		1902 WK		1904 WK		1906 WK		1908 WK		1910 WK		1912 WK		1914 WK		1916 WK		1918 WK		1920 WK		1922 WK		1924 WK		1926 WK		1928 WK		1930 WK		1932 WK		1934 WK		1936 WK		1938 WK		1940 WK		1942 WK		1944	

Bijlage I

OVERZICHT SERVICEGRAAD PER LEVERANCIER										PERIODE xxxxx TOT xxxxx				DATUM ...-.-19..				BLAD zz9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
AFD. zz9 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx										V=VOORRAADORDERS				T=TUSSENTIJD				R=RUSHORDERS				I=INITIAL ST /INCIDENTEEL				BEDRAGEN IN BR.V.PR.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
I TOTAAL-VERKOOPORDERS										IGE				H, UITGELEVERD				CEDEBTIELIJK				UITGELEVERDE				ORDERS				I				GEHEEL				BACKORDER																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
I										I				I				I				I				I				I				I				I				I				I																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
LEV INGEST. SRT I AANTAL										--SERVICEGRAAD--				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I				I			

BIJLAGE L

LITERATUUR

- Abramowitz, M. & I.A. Stegun. Handbook of mathematical functions. J. Wiley, New York, 1968.
- Aggarwal, S.C. & G.W. Dhevek. A simulation Analysis of a Multiproduct Multi-echelon Inventory Distribution System. Ac. of Man. Jnl. 18 (1975) 1, pp. 41-55.
- Anderson, O.D. Time series analysis and forecasting. Butherworths, London (1976).
- Archibald, B.C. & E.A. Silver. (s,S)-Policies under continuous Review and discrete compound Poisson Demand. Man. Sc. (1978) 24, pp. 910-909.
- Ballou, R.H. Business Logistics Management. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1973 (Part IV).
- Barbosa, L.C. & M. Friedman. Inventory Lot size Models with Vanishing Market. Opl. Res. Q., Vol. 30, 1979-12, pp. 1129-1132.
- Baily, P. Succesful stock control by manual systems. Gower press, London, 1971.
- Beek, P. van & J.P.M. de Kroon. The Bivariate Lognormal Density. ISA Res., group SP, note 78, Philips publikatie, Eindhoven, 1976.
- Beek, P. van. Explicit expressions for optimal reorder point and lot size by simultaneous optimisation. ISA-R, FDR-R-VBK/7707/1003, Philips publikatie, Eindhoven, 1977.
- Beek, P. van. An application of the Logistic Density on a stochastic Continuous Review Stock Control Model. Zeitschrift fur Operations Res., Band 22 (1978), pp. B165-B173.
- Beek, P. van & Th.H.B. Hendriks. Voortzetting Optimaliseringstechnieken. Vakgroep Wiskunde, Wageningen, 1978.
- Beek, P. van. Modelling and Analysis of Physical distribution Alternatives. Paper presented to Euro III, 1979.

LITERATUUR

- BIC-werkgroep. Beheersing interne conjunctuur.
Philips publikatie, Eindhoven, 1975.
- Bosch, H. Optimaal voorraadniveau van reserveonderdelen.
Sigma 7 (1961) 1.
- Bowersox D.J., Logistical management.
McMillan Publishing Co., Inc. New York, 1978.
- Box, j. & Jenkins. Time series analysis and forecasting 1976.
- Braat, J.J.M.. Integrale goederenstroombesturing (moderne computers en hun toepassingen 6). Kluwer, Deventer, 1977.
- Brown, R.G. Materials Management Systems. J. Wiley, New York, 1977.
- Brown, R.G. A study of tracking signals.
Mat.Man.Syst. Memorandum no. 157, jan. 1980.
- Brown, R.G. A better tracking signal.
Mat.Man.Syst. Memorandum no. 158, jan. 1980.
- Brunnberg, J. Optimale Lagerhaltung bei Ungenauen Daten.
Wiesbaden, Gabler, 1970.
- Buchan, J. & E. Koeningsberg. Scientific Inventory Management.
Prentice Hall, New York, 1963.
- Burbidge, J.L. Introduction of Group Technology.
Heinemann, London, 1975.
- Burgin, T.A. The Gamma Distribution and Inventory Control.
Opl. Res. Q. 4 (1975) 26, pp. 507-525.
- Camp, W.E. Determining the production order quantity.
Management Engineering 2 (1922) 1.
- Cawdery, M.N. The lead time and inventory control problem.
Opl.Res.Q. (1976) 27, pp. 971-982.
- C.B.S., Maandstatistieken.
- Clark, A.J. An informal survey of Multi-echelon Inventory Theory.
N.R.L.Q. 19 (1972) 4, pp. 621-650.
- Clark, A.J. & H. Scarf. Optimal Policies of a Multi-Echelon Inventory Problem. Man. Sc. 6 (1960) 4.
- Cooper, I. Heuristic methods for location-allocation problems. Sian Review 6 (1964) 1, pp. 37-53.
- Cox, D.R. Renewal Theory. Methuen & Co, London 1962.

LITERATUUR

- Croston, J.D. Forecasting and stock control for intermittent demands.
Opl.res.Q. (1977), p.289.
- Dann, J. & G. Welsheit. Untersuchungen zur Ersatzteilbedarfsmittlung bei Landtechnischen Arbeitsmitteln.
Dtsch. Agrartechn. sept. 1973, 23 (9), pp. 405-406.
- Das, Ch. Effect of Lead Time on Inventory: A Static Analysis.
Opl.Res.Q. (1975) (26), pp. (273-282).
- Dave, Upendra. On a Discrete-in-Time Order-level Inventory Model for Deteriorating Items. J.O.R.S. 30 (1979), pp. 349-354.
- Dobben de Bruyn, C.S. van. Cumulative Som Tests: Theory and practice. Griffin's Stat. Monogr. & Courses 24, Ed. A. Stuart, London 1968.
- Donaldson, W.A. Inventory replenishment policy for a linear trend in demand - an analytical solution.
Opl.Res.Q. 28 (1977) 3, pp. 663-671.
- Dijkers, A.C. Beginselen van exponentieel effenen.
Bedrijfsvoering 27 (1978) 3.
- Dorsser, F.C. et al. Raakvlakken tussen marketing en fysieke distributie.
Bedrijfsvoering 27 (1978) 10, pp. 496-502.
- Eicher C., Grundlagen der Instandhaltung an Beispiel Landtechnischer Arbeitsmittel. Berlin, VEB Verlag Technik, 1970.
- Eilers H.B., Systeem ontwikkeling volgens SDM. Academic service, Den Haag, 1980.
- Elderen, E. van. Heuristic strategy for scheduling farm operations.
PUDOC, Wageningen, 1977.
- Enters, J.H. en F.J. van Winckel. Optimaal Voorraadbeheer.
Alphen, Samson, 1977.
- Essen, K. van. Service Requirements Planning.
Concern Service, Philips publikatie, Eindhoven, 1982.
- Feller, W. An introduction to Probability Theory and its Applications.
John Wiley & Sons, New York, 1950.
- Fildes, R.. Quantitative Forecasting - the state of the art: Extrapolative Models. J.O.R.S. 30 (1979), pp. 691-710.
- Fitzgerald, L.W. An analysis of spare parts supply and repair maintenance problems of agricultural mechanisation in lesser developed countries - an Egyptian case study.
Draftpaper for FAO-panel of experts, 1979, Luton, G.B.
- Fokker, P. Bosch: Nieuw onderdelendistributiecentrum moet concurrentie-

LITERATUUR

- positie verbeteren, Auto + Motortechniek 43 (1983) 10.
- Forrester, Jay. W. Industrial Dynamics.
MIT Press, Cambridge (Massachusetts), 1964.
- Fortuin, L. SIC or MRP. ISA-Research IDR-R-For/7608/2009, Philips publicatie, Eindhoven, 1977.
- Fortuin, L. Five popular probability density functions: a comparison in the field of stock-control models.
J.O.R.S. 31 (1980) 10, pp. 937-942.
- Fortuin, L. The all-time requirement of spare parts for service after sales (Theoretical analysis and practical results).
Philips publikatie, Eindhoven, 1980.
- Geraerds, W.M.J. Onderhoud en Terotechnologie.
Beheer en Onderhoud (1977) 25, januari.
- Gessner & Wacker. Dynamische Optimierung.
Carl Hanser Verlag, Munchen 1972.
- Goor, A.R. van. Coordinatie in de fysieke distributie.
Intermediair nr. 11, (1974), pp. 37-47.
- Goor, A.R. & K. Boskma. Logistiek Management 1 en 2.
Bedrijfsvoering 27 (1978) 3 en 4.
- Grunwald, H. Beheersing van de Interne Conjunctuur.
ISA-Research, Philips publicatie, Eindhoven, 1977.
- Gupta, N.K. Effect of leadtime on inventory - a working result.
J.O.R.S. 30 (1975) 5, pp. 477-481.
- Hadley, G. & T.M. Whitin. Analysis of Inventory Systems.
Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York, 1963.
- Hadley, G. Nonlineair and Dynamic Programming.
Addison-Wesley Publishing Company, (1964), Reading (Mass.).
- Hall, I. et al. Problems involved in stock control implementation in industry. Paper presented to seminar in Gothenburg (29-08-1979).
- Hassan, T.F.E.R. Farm equipment servicing.
Fieldwork report RVB, Delft, 1964.
- Hees, R.N. van & W. Monhemius. Produktiebesturing en voorraadbeheer.
Kluwer-Nive, Deventer-Den Haag (1970).
- Henrici, S. Inventory Control System M.F Massey Ferguson S.A.
Athis-Mons (1976).
- Herron, D. Industrial Engineering applications of ABC-curves.

LITERATUUR

- AIIE Transactions 8 (1976), pp. 210-218.
- Holt, C.C., Muth, Mogliani & Simon. Planning Production, Inventories and work Force. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York (1960).
- Holt & Winters, Exponential Smoothing.
- Houlden, B. Some aspects of managing O.R. projects.
J.O.R.S. 30(1979) pp.681-690
- Hunt, D.R. & K. Fujii. Repair and maintenance costs by machinery categories.
St.Joseph, A.S.E.A. (1976), 27 blz.
- IBM, System/360, Wholesale IMPACT Program libr. Version-2,
4th edition (1970).
- Jes, Bogers, A.J. Landbouwmachine industrie in Nederland. TNO-inventariserend onderzoek (1981).
- Johnson, I.M. Spare parts for agricultural machinery in developing countries. Keynote Paper for FAO-panel of experts, Luton (1979).
- Johnson, I.M. Supply of spare parts under aid programs.
FAO-panel of experts, Luton (1979).
- Johnson, N.L. & S. Kotz. Discrete distributions.
Houghton Mifflin Company, Boston (1969).
- Johnston, F.R. An Interactive Stock Control System with a strategic Management Role. J.O.R.S. 31 (1980), pp. 1069-1084.
- Keeler, A.L. Logistieke beheersing of Logistieke Logica.
Bedrijfsvoering (1982) 5.
- Kicks, P. & W.A. Donaldson. Irregular Demand: Assessing a Rough and Ready Lot Size Formula. J.O.R.S. (1980) 31, pp. 725-732.
- Kleijnen, J.P.C. & P.J. Ren's. Computerised Inventory Management: A critical analysis of IBM's "IMPACT" system. K.H.T., (1976).
- Kohlas, J. Ersatzteilbemessung fur reparierbare Gerate.
OR Spektrum (1981) 14, pp. 129-143.
- Kriens, J. Systematic Inventory Management with a computer.
University of Novi Sad (1972).
- Kruyt, J. Grondstelsels in het onderhoud.
Productie en Onderhoud 7 (1972), nr. 9.
- Lee, P.H. Voorraadmodellen voor het beheer van reserveonderdelen. Bedrijfsvoering, (1981) pp. 24-28.

LITERATUUR

- Lewandowski, R. Prognose- und Informationssysteme und ihre Anwendungen. De Gruyter, Berlin (1974).
- Lewis, C.D. Scientific Inventory Control. Butterworth, London (1970).
- Lockett, G. The management of stocks - some case histories.
Int. Jnl. of Man. Sc. (1981) 9, pp. 595-604.
- Lombaers, H.J.M. Wanneer simulatie in het operationele onderzoek?
Informatie 17 (1975) 10, pp. 476-584.
- Lucas, T. Geautomatiseerd magazijnbeheer: zoek naar gulden middenweg.
Auto + Motorteknik 43 (1983) 3.
- Magee, J.F. & D.M. Boodman. Production Planning and inventory control.
McGrawhill Book Company, New York (1967).
- Magson, D.W. Stock Control when the Lead Time cannot be considered constant.
J.O.R.S. Vol. 30 (1979), pp. 317-322
- Makridakis, S. & S.C. Wheelwright. Adaptive filtering: an integrated autoregressive-moving average filter for time series forecasting.
Opl.Res.Q. 28 (1977) 2, pp. 425-437.
- Markland, R. A comparative study of demand forecasting techniques for military helicopter spare parts. N.R.L.Q. 17 (1970), pp. 103-113.
- Masselink, W.A. & P.H. van der Lee. Voorraadmodellen voor het beheer van reserve-onderdelen. Bedrijfsvoering nr. 1 + 3 (1981).
- Materials Management World Wide News Letters. Ed. R.G. Brown.
- Mayer, R.R. The interrelationship between lot sizes and safety stocks in Inventory Control. The Jnl. of Ind. Eng. 15 (1965) 4.
- Meade, N. Bivariate forecasting with a variable leadtime.
J.O.R.S. 30 (1975) 5, pp. 933-936.
- Melese, J. La pratique de la recherche operationelle.
Dunod, Paris (1967).
- Melese, J. et al. La Gestion des Stocks de Pieces de rechange dans la siderurgie. Proceedings of the second int. conf. on O.R., Aix en Provence (1960).
- Mentzel, K. Optimierung der Lagerhaltung. Hamburg (1971).
- Mercer, A. & M. Cantley & G. Rand. Operational Distribution Research (innovative case studies).
Taylor & Francis, U.K. (1978). Monograph from J.O.R.S.
- Mitchell, G.H. Problems of controlling slow-moving spares.
Opl.Res.Q. 13 (1962) 1, pp. 23.

LITERATUUR

- Moens, A., J.P. Ritter & H.W. Vos. Distribution and storage of spare parts for farm machinery.
Country report FAO-panel of experts, Luton (1979).
- Montgomery, D.C. & L.E. Contreras. A note on forecasting with adaptive filtering. Opl.Res.Q. 28 1, pp. 87-91.
- Mumford, R.J. The numerical generation of leadtime demand distributions for inventory models. Opl.Res.Q. 28 (1977) 1, pp. 79-85.
- Naddor, E. Sensitivity to Distribution in Inventory systems.
Man.Sc. (1978) 24, pp. 1769-1772.
- N.N., Landbouwmmechanisatie 30 (1979) 2, pp. 103, 201, 203, 207.
- Parry, E. Product Categorization eases Inventory Decisions.
The Jnl. of Ind. Eng. (1970).
- Paul, R.J. & R.C. Thomas. An Integrated Distribution. Warehousing and Inventory Control System for Imported Books.
Opl.Res.Q. 28 (1977), pp. 629-640.
- Paulden, S. Te laat leveren hoeft niet. Doelmatig bedrijfsbeheer 30 (1978), pp. 32-33.
- Peterson, R. & E.A. Silver. Decision Systems for Inventory Management and Production Planning. J. Wiley, New York (1977).
- Pfeifer. Optimal Policies in Multiproduct Inventory Models.
O.R. Spectrum (1982) 4, pp. 79-81.
- Pietersen, Vifka congres 1981.
- Pluschke, R. Ein Verfahrensvorslag fur die permanente Stichproben inventur.
O.R. Spektrum (1982) 3, p. 205-219.
- Poel, J.M.G. van der Wegwijzer in de landbouwgeschiedenis.
Tjeenk Willink, Zwolle (1953).
- Ranyard J.C. & A. Wren. Managing with computers in the 1980's.
Joint ORS/YHORG Conference, Harrogate, march 1978. J.O.R.S. 30 (1979), pp. 973 e.v.
- Reisman, A. et al. Industrial Inventory Control.
London, Gordon and Breech (1972).
- Reisman, A. et al. Forecasting short-term demand.
Ind.Eng. 8 (1976) 5, pp. 38-45.
- Ritchie, E. Practical Inventory Replenishment Policies for a Linear Trend in Demand Followed bij a period of Steady Demand.
J.O.R.S. (1980) 31, pp. 605-613.

LITERATUUR

- Ritter, J.P. Reserve-onderdelen: op de schroothoop of in de computer.
Landbouwmeehanisatie, deel I: 33 (1982) 6, deel II: 33 (1982) 12.
- Rutz, K. Gemeinsame Optimierung von Lossgrösze und Sicherheitsbestand.
Industrielle Organisation 44 (1975) 3, pp.140-148.
- Sawdey, L.C.W. The economics of ditribution. Gower Press, London (1972)
- Schiltknecht, H. Lagerbewirtschaftung mit mehrere Produkten.
Dissertation E.T.H. Zurich (1973).
- Schneeweiss, Ch. Modellierung Industrieller Lagerhaltungssysteme (Einführung und Fallstudien). Springer Verlag (1981).
- Schneider, H. Methods for determining the reorder point of an (s,S) ordering policy when a service level is specified.
J.O.R.S. 29 (1978) 12, pp. 1181-1193.
- Schneider, H. A survey of service-level in inventory models.
F.U. Berlin, Institut für Oekonomie und Statistik, Diskussionsarbeit, 5 (1980).
- Schwarz, L.B. & R.E. Johnson. An appraisal of the empirical performance of the linear decision rule for aggregate planning.
Man.Sc. 24 (1978) 8, pp. 844-849.
- Shorrock, B.H. Some key problems in controlling component stocks.
J.O.R.S. 29 (1978), pp. 683-689.
- Silver, E.A. A simple inventory replenishment decision for a linear trend in demand. J.O.R.S. 30 (1979) 1, pp. 71-75.
- Smedema, R.H. & J. van Leeuwen. Fysieke distributie in handelsbedrijven.
Bedrijfsvoering 27 (1978) 9, pp. 442-447.
- Starr, M.K. & D.W. Miller. Inventory Control.
Englewood Cliffs N.J., Prentice Hall (1962).
- Strik, P. Kostenvergelijking voor vervoer van kleine zendingen.
Bedrijfstransport 4 (1975) 20, pp. 80-81.
- Tatsiopoulos, J.P. & B.G. Kingsman. Leadtime management.
J.O.R.S. 7 (1983), pp. 351-358.
- Tersine, R.J. Production and operations Management.
Elsevier - North-Holland (1980).
- Tersine, R.J. Materials Management and Inventory systems.
Elsevier - North-Holland (1982).
- Thomopoulos, N.T. Applied forecasting methods. Prentice Hall (1980).
- Thorpe, D. Research into retailing and distribution.

LITERATUUR

- Saxon House, Farnborough (1974).
- Trigg, D.W. & A.G. Leach. Exponential smoothing with an adaptive response rate. Opl.Res.Q. 18 (1967), pp. 53-59.
- Veen, B. van der. Safety stocks - an example of theory and practice in O.R. J.O.R.S. 6 (1981) 4, pp. 367-371
- Veld, J. in 't. Voorraadsystemen. Produktie en onderhoud 9 (1974) 2, pp. 367-371.
- Vollaers, J.A. Per werkdag f 4,5 miljoen investering in trekkers en werktuigen. Landbouwmechanisatie 29 (1978) 12, pp. 1294-1295.
- Vos, H.W. Opzetten en aanpassen van een technisch magazijn van kleine en middelgrote bedrijven. Bedrijfsvoering 25 (1976), pp. 7-8.
- Wagner, H.M. Principals of Operations Research. Prentice Hall. International Edition (1972).
- Wentworth, F. Handbook of fysical distribution Management. Gower Press, Epping, 2 (1976)
- Whitaker, A.L. & B.L. Garrett. Inventory control System for Maintenance Spare Parts. Holston Def. Corp., Kingsport, Tenn (1974).
- Wight, O.W. Production and Inventory Management in the Computer Age. Epping, Gower (1974).
- Wilcox, J.E. How to forecast lumpy items. Am. production and Inventory Management 1st Qu. 1970 pp.51-54
- Williams, T.M. Reorder levels for lumpy demand. J.O.R.S. 33 (1982) pp.185-189
- Williams, T.M. Tables of Stock-Outs with lumpy demand. J.O.R.S. 34 (1983), pp. 431-435.
- Winkel, E.G.F. van & D.J. Fraser. Tijdreeksvoorspellingen en hun bewaking. Samson N.V., Alphen (1970).
- Zwaan, C. de. Geld verdienen met reservedelen. Produktie en Onderhoud 7 (1972) 12.
- SCRIPTIES van de vakgroep Landbouwtechniek.
- Dijkstra, H.R. Onderhoud en reparatie van landbouwwerktuigen in ontwikkelingsprojecten. # 337 (1974).
- Hoft, A.J. Automatisering van het voorraadbeheer van onderdelen bij een importeur van landbouwwerktuigen # 421 (1978).

LITERATUUR

- Jansen, C.H.A. De organisatie en uitrusting van een centraal reparatie/revisie bedrijf. # 321 (1973).
- Kapitein, A. Bepaling van het bestelnivo op basis van de Gamma-verdeling voor artikelen met laag verbruik. scriptie Wiskunde (1982).
- Korst, H.A.M. De onderdelenvoorziening bij landbouwwerktuigen. # 308 (1973).
- Mies, J.C.M. Voorspelmethode en kansverdelingen in het voorraadbeheer van onderdelen van landbouwwerktuigen, een simulatieonderzoek. # 600 (1984).
- Mijs, A. Invloed van preventief onderhoud op het optreden van storingen bij de aardappelrooimachine AMAC-D2. # 385 (1976).
- Oortman Gerlings, P. Onderzoek naar de informatiebehoefte bij landbouwmechanisatie bedrijven. # 534 (1983).
- Osta, F. van, Integraal voorraadbeheer voor onderdelen van landbouwwerktuigen, een simulatieonderzoek. # 587 (1984).
- Ritter, J.P. Verdelingsfunctie van de vraag en de technische vitaliteit van onderdelen van landbouwwerktuigen bij geautomatiseerd voorraadbeheer. # 395 (1977).
- Ritter, J.P. & G.J. van der Schee. Organisatie van de onderdelenvoorziening in de nederlandse landbouw. # 377 (1976).
- Schee, G.J. van der. Voorraadbeheer van slowmoveronderdelen. # 400 (1977).
- Schee, G.J. van der. Verslag van de enquête: "Voorraadbeheer op dealer-niveau". Intern rapport (1978).
- Schulte, J. Effect van verdelingsfuncties op het voorraadsysteem bij onderdelen van landbouwwerktuigen # 595 (1984).
- Tijink, F. De Nederlandse markt van landbouwwerktuigen en onderdelen. # 425 (1979).
- Veldhuis, M.S. Voorraadbeheer van reserveonderdelen op fabrieksniveau. # 408 (1977).
- Vulink, Th. De kosten van onderdelen-service voor de importeur van een veldhakselaar. #432 (1980).
- Wilmer, J.M.G. Onderzoek naar onderhoudskosten van een zelfrijdende veldhakselaar. # 387 (1976).
- Wolf, E.J.A. Een seizoenherkennings- en voorspelmodel voor slowmovers. # 545 (1983).

S A M E N V A T T I N G

De voorziening van onderdelen neemt in de Nederlandse landbouwmechanisatie een belangrijke plaats in, gezien de steeds toenemende investeringen in trekkers en landbouwwerktuigen, de grotere capaciteit van de werktuigen en de daardoor toenemende kosten van stilstand als gevolg van storingen en wachten op vervanging van onderdelen. In 1977 bedroeg de afzet van landbouwwerktuigen en trekkers in Nederland ca. f 655 mln, waarvan ca. 10 % voor onderdelen. Er is een tendens dat de onderdelen een groeiend percentage van deze investeringen innemen.

In hoofdstuk 3 wordt het voorraadbeheer bij importeurs behandeld. Op groothandelsnivo zijn de importeurs de belangrijkste distributeurs van onderdelen. Bijna allemaal hebben zij computers in bedrijf voor het administreren van de voorraden, artikelgegevens, inkopen en verkopen van onderdelen. Gezien het aantal onderdelen in een importeursmagazijn, variërend van ca. 30.000 tot ca. 100.000, is automatisering van de administratieve handelingen noodzaak. De voorraadsystemen bij importeurs zijn nog vrijwel nergens intern geoptimaliseerd, wat betekent dat de schatting van de afname en de instelling van de bestelnivo's door mensen gedaan wordt op grond van vuistregels en persoonlijke beoordeling. De ontwikkeling van een geautomatiseerde voorraadadministratie naar een zelfsturend en bijna optimaal voorraadbeheersysteem doorloopt een aantal stappen die in hoofdstuk 3 achtereenvolgens behandeld worden:

1. Het bepalen van de juiste levertijden (hst.3.3). Omdat fouten in de gehanteerde levertijdparameter optimalisering onmogelijk maken, is het nodig op artikelnivo de gerealiseerde levertijden te registreren.
2. De definitie van een servicegraadoelstelling per artikel op grond waarvan een bestelnivo berekend wordt (hst.3.4.3).
3. Het berekenen van een gerealiseerde servicegraad uit de verkoopresultaten als maat voor de prestatie van het systeem (hst.3.4.5).
4. De keuze van een verdelingsfunctie van de vraag (hst.3.5). Voor het berekenen van een bestelnivo, zodanig dat het systeem naar de gewenste servicegraadoelstelling gestuurd wordt, moet de verdeling van de vraag gedurende de levertijd bekend zijn. Daarbij moet rekening gehouden worden met de onregelmatigheid van de levertijden. Desniettemin heeft de vorm van de verdelingsfunctie weinig invloed op de prestatie van het systeem.
5. Het bepalen van het gemiddelde en de spreiding in de afnamesnelheid per artikel (hst.3.6.1). Hierin kan voor niet seizoen-gevoelige artikelen volstaan worden met eenvoudige voorspelmethodeën. De voorspelling van seizoenvraag moet gebaseerd zijn op een afnamehistorie van tenminste 3 jaar (hst.3.6.3).

Met het in hst.3.6. ontwikkelde seizoenherkenningsmodel is het in redelijke mate mogelijk om seizoenpatronen te herkennen. Vaak echter verstoren exceptionele afnamen het patroon, waardoor ten onrechte seizoensinvloed gesignaleerd wordt. De beoordeling van in- en verkopers blijft hierdoor onmisbaar.

Veel aandacht is geschonken aan punt 2 en 3, omdat de servicegraad een nuttig gegeven is

- a. voor de in- en verkopers om afwijkingen van het model te constateren,
- b. voor het management dat wil kunnen zien of de servicegraadoelstellingen voor het totaal benaderd worden,

c. voor de afnemers die willen zien of de leverancier zich goed van zijn taak kwijt.

Omdat het gaat om de levering van reserveonderdelen, waarbij werktuigen staan te wachten op reparatie, is het realistisch om zowel bij de doelstelling als bij de registratie van servicegraad de wachttijd van de afnemer te betrekken. Dit leidt tot de definitie van de gamma-servicegraad, waarvoor de vereiste berekening van het bestelnivo en manier van registreren zijn uitgewerkt in hst.3.4. en gebruikt bij de simulaties in hst.7.

Voor het bepalen van de optimale servicegraad moet men de voorraadkosten en de tekortkosten kennen. Aangezien die moeilijk te bepalen zijn, kan men de technische vitaliteit van onderdelen als richtlijn hanteren om verschillende servicegraaddoelstellingen aan de verschillende onderdelen toe te kennen (hst.3.4.4). Hiermee kan op verantwoorde wijze een reductie van de voorraden bereikt worden.

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de rol van de dealers of Landbouw-Mechanisatie Bedrijven (LMB's). Door de verkoop, onderhoud en service van werktuigen en de levering van onderdelen vormen zij de schakel tussen produkt en klant. Het beheer van het daarvoor benodigde onderdelenmagazijn is voor de LMB's een toenemend probleem, omdat de hoge arbeidskosten het onrendabel maken om op handmatige wijze een waterdichte voorraadadministratie te voeren. Hierdoor wordt veel voorraad per spoedorder bij de importeur besteld, wat duur is voor het LMB en een extra werkbelasting voor de importeurs meebrengt. Aan de andere kant veroorzaakt slechte registratie vaak teveel inkoop, met als gevolg een overbevoorrading met inkoerante onderdelen bij de LMB's die kan oplopen van 30 % tot 60 % van alle artikelen in een magazijn.

Bij het in hoofdstuk 4 beschreven onderzoek naar de systeemeisen die aan een geautomatiseerd voorraad administratie systeem (A.V.A.S.) voor LMB's gesteld moeten worden, kwamen de volgende zaken aan het licht:

1. Automatisering van de voorraadadministratie kan niet los gezien worden van de automatisering van andere administratieve deelsystemen zoals boekhouding, fakturering, debiteuren en werkplaatsadministratie.
2. Er zijn geen specifiek voor LMB's geschikte programmapakketten op de markt; pakketten voor aanverwante branches blijken in de praktijk meestal ingrijpende wijzigingen te moeten ondergaan voor ze geschikt zijn voor LMB's.
3. Er zijn geen pakketten in de lagere prijsklasse aangetroffen die werken met een zelfsturend voorraadbeheer.
4. Een globale kosten-baten afweging geeft aan dat automatisering bij LMB's rendabel is.

Daar waar geautomatiseerde voorraadadministratiesystemen bij LMB's ingevoerd zijn, bleek deze investering zelden te berusten op een kosten-baten afweging, maar meestal te zijn gedaan met het doel knelpunten in de bedrijfsvoering op te heffen en betere managementinformatie ter beschikking te krijgen. Dit houdt verband met de moeilijk te bepalen kosten van reorganisatie van het magazijn en de verandering in de bedrijfsvoering die nodig is om de voorraad administratie te automatiseren.

De automatisering van het voorraadbeheer bij LMB's opent de weg naar geautomatiseerd informatietransport tussen importeurs en dealers. Dit betreft: prijsmutaties, nummerwijzigingen, nieuwe artikelen, bestellingen, doormelden van inkoerante onderdelen.

In de hoofdstukken 5 en 6 worden de mogelijkheden onderzocht om voorraden op verschillende voorraadpunten op elkaar af te stemmen. Hoewel rationalisering en optimalisering van het interne voorraadbeheer op ieder afzonderlijk voorraadpunt aanzienlijke verbeteringen kunnen brengen, kunnen verdere besparingen bereikt worden met behulp van integraal voorraadbeheer. Dit houdt in dat overschotten op de ene plaats ingezet worden voor het opheffen van tekorten elders.

In hst.5 is de reikwijdte van de mogelijkheden van dit principe berekend in het geval van een centraal beheerd voorraadadministratiesysteem van personenwagendealers. Daaruit bleek dat ca. 80 % van de niet gangbare of overtollige voorraad bij de dealers nog wel gangbaar is bij de importeur, en ca. 18 % in een momentopname samenvalt met bestellingen door de importeur. Tevens bleek ca. 2 % van alle overtollige voorraden direkt ingezet te kunnen worden om wachtende bestellingen uit te leveren.

In hoofdstuk 6 wordt dit concept geprojecteerd op de landbouwmechanisatie, waaruit naar voren komt dat een dergelijke organisatie bij de LMB's een uitbouw van het gegevensuitwisselingsnetwerk vereist, met informatie over uitwisselbare voorraden en afspraken omtrent uitwisselprocedures. Bij zo'n opzet moet de onafhankelijkheid van de LMB's in acht genomen worden en rekening gehouden worden met het feit dat de LMB's verschillend samengestelde assortimenten van verschillende leveranciers betrekken. Dit maakt een produktgroep gerichte benadering wenselijk, waarbij het van wezenlijk belang is dat de importeurs het initiatief nemen om een informatie-uitwisselings standaard overeen te komen. Daarmee wordt beoogd dat ieder LMB eenzelfde systeem voor informatie-overdracht kan installeren waarmee met de belangrijkste importeurs gekommuniceerd kan worden, zonder extra kosten voor konversies of vertragingen in de verwerking.

In hoofdstuk 7 zijn de effecten van een uitwisselsysteem voor onderdelen onderzocht door middel van een diskreet simulatiemodel met een multi-echelon structuur. Hierin werden twee situaties vergeleken:

- het basismodel waarin iedere dealer onafhankelijk van andere dealers bij de importeur bestelt;
- het uitwisselmodel waarin dealers en importeur op de hoogte zijn van elkaars voorraden.

In het uitwisselmodel kunnen tekorten bij een dealer snel aangevuld worden door uitwisselingen met andere dealers. De simulaties toonden enkele significante uitkomsten:

1. Het leveringssysteem van importeur en dealers is gevoelig voor de lengte en de regelmaat van de levertijden van de fabriek naar de importeur.
2. Door de mogelijkheid tot uitwisselingen kunnen in situaties waarbij zowel de importeur als een dealer door hun voorraad heen zijn, de wachttijden voor de klanten beperkt blijven. Vooral wanneer de levertijd van de fabrikant uitloopt en/of samenvalt met een verhoogde vraag bij enkele dealers zijn de verschillen tussen uitwissel- en basismodel in dit opzicht spektakulair.
3. Doordat de dealers in geval van tekort bij de importeur op elkaars voorraden kunnen terugvallen, kan het aantal spoedorders van importeur naar fabrikant in de meeste gevallen tot nul gereduceerd worden, zelfs wanneer de fabrikant onregelmatiger gaat leveren.
4. In het uitwisselmodel is het probleem van aflopende vraag beter op te vangen. In de praktijk komt het vaak ongemerkt voor dat, terwijl een dealer nog een voorraad bezit van een onderdeel met aflopende vraag, de importeur toch nog een bestelling doet, waarna er zowel bij importeur als

dealers voorraad van overblijft. Door de wederzijdse kennis van voorraden kunnen zulke achterblijvende voorraden beter opgebruikt worden.

Tenslotte wordt in hoofdstuk 8 een visie gegeven op de problematiek van onderdelenvoorziening in ontwikkelingslanden.

TREFWOORDEN: onderdelenvoorziening, voorraadbeheer, landbouwmecanisatie, levertijden, servicegraad, kansverdelingsfunctie, automatisering, voorspelling van tijdreeksen, integraal voorraadbeheer, diskrete simulatie.

S U M M A R Y

The procurement of spare parts plays an important role in Dutch agricultural mechanisation, taking into consideration the increasing investments in tractors and implements, the large capacity of implements and hence the increasing cost of idle time caused by breakdowns and subsequent waiting for replacement parts. In 1977 the sales of agricultural machinery and tractors amounted to about Dfl. 655 million, approximately 10 % of which were spare parts. There is evidence that spare parts may involve an increasingly greater percentage of these investments.

In chapter 3 stock control of the importers is treated. At wholesale level the importers are the main distributors of spare parts. Nearly all of them have computers in use for the administration of inventories, article-data, purchases and sales of parts. Due to the large number of items in an importers warehouse, varying from approximately 30,000 to 100,000, automation of the administrative transactions is a necessity. Practically no importer has a stock control system which has been internally optimised. This means that the estimate of demand and the assessment of reorder levels is carried out by persons, who rely by a large degree on rules of thumb and personal judgement. The development from an automated stock administration to a self-regulating and near optimal stock control system passes through several steps that are subsequently treated in chapter 3:

1. The determination of proper leadtimes (ch.3.3.).
Since errors in the utilized leadtime parameter disable the optimisation, a registration on article level of effectuated leadtimes is needed.
2. The assessment of service objective values for every article, with which a reorder level is calculated (ch.3.4.3.).
3. The calculation of the effectuated degree of service from the sales, as a systems' performance indicator (ch.3.4.5.).
4. The choice of a probability distribution function for demand (ch.3.5.).
For the calculation of reorder levels in such a way that the ratio of filled and unfilled demand is directed towards the object value, the distribution of the demand during the leadtime must be known, taking into account the leadtime irregularity. However, the shape of the distribution function has little influence upon the performance of the system.
5. The determination of the mean and variance of the demand-rate per article (ch.3.6.1). For non-seasonal articles simple forecasting models will suffice. The forecasting of seasonal demand should be based on a recorded sales history of at least three years (ch.3.6.3).

With the model developed in chapter 3.6.3, it is in most cases possible to recognise seasonal patterns. Frequently however, exceptional demands disrupt the pattern, which leads to a false signalling of season by the model. The judgement of the purchasers and salesmen therefore remains indispensable.

Much attention is given to points 2. and 3., because the effectuated degree of service is useful to

- a. the purchasers so that they can be aware of deviations from the model;
 - b. the management who wishes to know if the overall service objectives have been met;
 - c. the customers who may wish to see if the vendor is functioning correctly.
- Since the problem concerns the delivery of spare parts, for which machines

are waiting to be repaired, it is realistic to implicate the waiting time of the customers with both the object definition and the registration of service. This leads to the definition of gamma-service, for which the necessary calculation of the reorder level and the required way of registration are explained in chapter 3.4 and used in the simulations in 7. In order to determine the optimal degree of service, the cost of both storage and shortage must be known. As these costs are difficult to assess, the technical vitality of parts can be used as a directive to attribute different service objectives to different items (ch. 3.4.4.). In this way reduction of stock in a controlled way can be achieved.

In chapter 4 the role of the dealers or agricultural mechanisation service centres is considered. Through sales, maintenance and service of machinery and the procurement of spare parts they constitute the link between product and customer. The management of the warehouse is an increasing problem for the service centres, since the high cost of labour makes it uneconomical to carry out by hand a solid stock administration. Because of this, much stock is ordered by rushorder from the importer, which is not only expensive for the dealer, but also means an extra burden for the importer. On the other hand poor registration often causes heavy purchasing, which results in an overstocking with unsalable spare parts at the service centres, amounting to between 30 % and 60 % of all warehouse items.

With the investigations for the demands that can be set for automated stock control systems for these service centres, the following topics were found:

1. Automation of the stock administration cannot be considered separately from the automation of other administrative subsystems as bookkeeping, invoicing, accounts receivable and workshop administration.
2. There are no software packages on the market that are specifically suitable for agricultural mechanisation service centres. More often than not packages for comparable business need to be submitted to drastic changes before they fit the needs of agricultural mechanisation service centres.
3. No packages in lower price classes have been found to work with self directing stock control.
4. A general cost-benefit evaluation shows that automation with agricultural mechanisation service centres is profitable.

Wherever automated stock control systems were introduced at agricultural mechanisation service centres it was found that the investment is seldom based on a cost-benefit evaluation, but mostly made for the purpose of eliminating bottlenecks and obtaining better management information. This relates to the problem of determining the cost of reorganising the warehouse and the change in business operations needed to automate the stock administration.

The automation of stock control with the dealers opens the way to automated information transport between importers and dealers. This concerns price mutations, article code changes, new articles, orders, reporting of unsalable spare parts.

In the chapters 5 and 6 the possibilities of bringing into line stocks at different locations are investigated. Although rationalization and optimisation of the internal stock control on every single stock location may bring about considerable improvements, further savings may be achieved by means of integral stock control. This means the use of surplusses at one

depot to compensate for shortages at another.

In chapter 5 the range of the possibilities of this principle is calculated in the case of a centrally administrated stock control system for car dealers. From this it was shown that approximately 80 % of the unsalable parts with the dealers is still salable by the importer and approximately 18 % coincides with orders by the importer. Also, approximately 2 % of all surplus stock could be immediately used to serve waiting backorders.

In chapter 6 this concept is extended to agricultural mechanisation, which leads to the conclusion that such an organisation with the agricultural mechanisation service centres requires an extension of the information exchange network with information about exchangeable stocks and agreements on exchange procedures. In such an organisation not only should the independence of the service centres be taken into account, but also the fact that they obtain differently composed assortments from different vendors.

An approach is therefore desirable directed at product groups, whereby it is of great importance that the importers take the initiative to produce a standard for information transfer. The aim being that by installation in a service centre one unitary system for information transfer be used, so that any service centre will be able to communicate with the principal importers without additional conversion cost or delays.

In chapter 7 the effects of an exchange system for spare parts are investigated by means of a discrete simulation model with a multi echelon structure. In this study two situations were compared:

- the basic model in which every dealer orders from the importer independently of other dealers;
- the exchange model in which dealers and the importer are informed about each others stocks.

In the exchange model shortages with one dealer can be quickly filled by exchanges with other dealers. The simulations have revealed a number of significant effects:

1. The logistic system of importer and dealers is sensitive to the length and regularity of leadtimes from the factory to the importer.
2. Due to the possibility of exchanges, waiting times for customers can be kept within reasonable limits in cases where both importer and dealer are out of stock. Especially when the leadtime from the factory takes longer and/or coincides with a sudden increase in demand at some dealers, the differences between exchange and basic model to this respect are spectacular.
3. As the dealers can rely upon each others stock in case of shortage at the importers', in most cases the number of rush orders from importer to factory can be reduced to zero, even should factory delivery become irregular.
4. In the exchange model the problem of vanishing demand can be dealt with more easily. In practice it may go unnoticed that whilst a dealer possesses a stock of a part with vanishing demand, the importer still places an order, after which stock remains by both importer and dealer. By mutual knowledge of stocks such remaining stocks can be depleted more effectively.

Finally in chapter 8 attention is given to the problem of spare parts procurement in developing countries.

TREFWOORDEN REGISTER

ABC - analyse	164
Adaptive control	112
Afname	
geringe	25
historische	25
sporadische	25
Afname in de levertijd	54
Artikelnummer	
vervallen	202
Artikelprijs	180
Autocorrelatie	144
Automatische doorkoppeling	194, 213
Backorder	241
Backorder case	54
Basismodel	231, 237
Besteladvies	28, 82, 193
Bestelgrootte spoedorder	244
Bestelhoeveelheid	
simulatiemodel	243
formule van Andler	58
formule van Camp	58
formule van Wilson	58
Bestelnivo	60, 66, 243, 246
Binomiaal functie	138
Brown R.G.	55, 82, 98
Camp	58
Cohen	64
Computersimulatie	235
Corke [1977]	64, 82, 99
Croston	113
Das	35, 65
E.i.d.	180
Eerste bevoorrading	96
Exceptionele afname	45, 136, 143, 275
Exponentiële effening	113, 243
Fabriek	
fabrikanten	3
inkoop	5
onderdelenmagazijn	5
produktie	5
produktie-planning	5
produktie-serie	5
Fabrieksbestelling	246
Fabrieksleverantie	246
Fortuin [1980]	99
Fout	
van de eerste soort	147
van de tweede soort	147

Hadley & Whitin	59, 63, 64, 66
Harrison	137
Ho	65
Hoft	72
Homonymie	4, 187
IBM-Impact	25
Impbestelling	246
Impnalev	246
Importeur	245
Impspoedbestelling	246
Imputed stockout costs	63, 69
Impvoorspelling	247
Inbehandeling	245
Informatie	
netwerk	231
uitwisseling	5, 196
uitwisselings systeem (i.u.s.)	182
Initial stocking	96, 193, 195, 200
Inkoerant	
voorraad	193
dekking	209
Inkoopbeslissing	243
Integraal voorraadbeheer	135
Integratie	
logische	232
fysieke	231
Intermediairfunctie	27
Kapitein [1982]	103
Klantenaanvraag	240
Kleijnen [1973]	98
Koerantheids opbouw	200
Kosten	
bestel-	62
bewaar-	62
tekort- per stuk	62
tekort- per stuk per tijdseenheid	62
Levenscyclus	241
Leverantie	244
Levertijd	
fabrikant-importeur	246
variantie	34
Lewandowski	137
Logistische verdeling	99, 243
Lognormale verdeling	240, 246
Lokatie systeem	156, 163
Lokatienu nummering	12
Lost-sales case	54
Magson	99
Management by exception	85
Masselink	113
Mean absolute deviation	137
Melese [1964]	15, 99
Microfiche	180

Mies [1984]	107
Model	235
Naddor [1978]	99
Nalevering	242
Normale verdeling	241
Nulhypothese	138
Nummerwijzigingen	191
Onderdelen	
afzetbalans	8
nevenhandel	9
prijsindex	8
voorraad	8
Optimale buitenvoorraadkans	59
Order	244
Overbruggingsperiode	243
Overshoot	62, 98
Partiele verwachting	55, 59
Performance indicator	30, 32, 242
Peterson & Silver	56
Poisson verdeling	
compound	72
enkele	241, 243
Preventief onderhoud	135, 142
Prijswijzigingen	191
Produkten	6
Rappellijst	24, 33
Ritter [1977].	70
Rutz [1975]	59
Schneeweiss	63, 65, 221
Schneider	62, 65, 67, 98
Schulte [1984]	96, 104
Seizoen	
additief	136
definitie van	136
herkenning	135
lengte van	134
multiplikatief	136
Seizoenartikel	5, 96
Seizoencoefficienten methode	137
Seizoenmodel	
Harrison	137
Lewandowski	137
Wolf	144
Service requirement planning	114
Servicegraad	
α	63
β	63
γ	64, 65, 69, 78, 243
toeleverings-	64
Simula class	236, 240

Simulatie	
methode	32
programma-listing	237
startwaarden	243, 246
Snyder	82
Spoedorder	242
Stockouts	249
Surplus	193
Synoniemen	3
Tersine [1983]	55, 59, 63
Trestreksen	121
Thomopoulos [1980]	113
Transport	242, 244 / 246
Trekker import	7
Trigg & Leach	112
Uitleversnelheid	64
Uitwisselingsbeleid	209
Uitwisselmodel	221, 231, 237
Uitwisselmodel	
lmb-sektor	232
spoedorder	247
voorraadorder	247
Uniforme verdeling	244 / 245
Van Beek	56, 59
Van der Veen	56
Van Essen	114
Van Hees & Monhemius	115
Van Osta [1984]	96
Veiligheidsfaktor	54, 219
Veiligheidsvoorraad	54, 219
negatieve	82
Verkoopverwachting	230
Vestiging V1, V2	21
Viditel	185
Vijf punt schaal	166
Vitaliteit	72
Vitaliteit	
klasse van	71
kommerciele	71
orders	76
Vollaers	7
Voorspelfout	113, 115, 243
Voorspelling	242
Voortschrijdend gemiddelde	113
Vraagproces	240
Werkgroep	71, 72, 86
Wilcox [1970]	103
Williams	103
Wolf	144
Zacharias	61 / 62

CURRICULUM VITAE

Johannes Paulus Ritter werd geboren op 5 april 1951 te Leerdam. Na het behalen van het diploma gymnasium-B in 1969 aan het Hervormd Lyceum West te Amsterdam begon hij zijn studie aan de Landbouwhogeschool te Wageningen. Het doktoraal examen in de studierichting landbouwtechniek legde hij af in september 1977. Naast het hoofdvak landbouwwerktuigkunde omvatte de doktoraalstudie de vakken industriële bedrijfskunde en wiskunde.

In aansluiting daarop trad hij in dienst van het software-house Cap Gemini te Utrecht, waar hij werkte als applicatie-programmeur tot juli 1979. Vervolgens trad hij als promotie-assistent in dienst van de Landbouwhogeschool om bij de vakgroep Landbouwtechniek het onderzoek naar de onderdelenvoorziening voor landbouwwerktuigen en trekkers uit te voeren.

Per 1 september treedt hij in dienst van de Nederlandse Philips Bedrijven B.V.